

CODEN:LUTFD2/(TFRT-5279)/1-087/(1982)

MÄTVÄRDESINSAMLING MED MIKRODATOR UTFÖRD PÅ EN
MARGARINPROCESS

GERTH FOHLIN

INSTITUTIONEN FÖR REGLERTEKNIK
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA

AUGUSTI 1982

LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY DEPARTMENT OF AUTOMATIC CONTROL Box 725 S 220 07 Lund 7 Sweden		Document name	
		Report	
		Date of issue	
		August 1982	
		Document number	
		LUTFD2/(TFRT-5279)/1-087/(1982)	
Author(s) Gerth Fohlin		Supervisor	
		Lars Pernebo, Björn Wittenmark	
		Sponsoring organization	
Title and subtitle			
Microcomputerbased data collection system for a margarine process (Mätvärdesinsamling med mikrodator utförd på en margarinprocess)			
Abstract			
<p>Following report describes a computerized measuringsystem based on the swedish micro-computer ABC 80. The system was able to handle up to 30 measuring channels. Received measuring data was stored on a discett. The control of the system was carried out by a program in the computer. For analysis of the result, a few program was developed.</p> <p>The system was applicated on a margarinemaking process and found out to have the desirable function.</p>			
Key words			
Classification system and/or index terms (if any)			
Supplementary bibliographical information			
ISSN and key title			ISBN
Language	Number of pages	Recipient's notes	
Swedish	087		
Security classification			

DOKUMENTATABLAD RT 3/81

Distribution: The report may be ordered from the Department of Automatic Control or borrowed through the University Library 2, Box 1010, S-221 03 Lund, Sweden, Telex: 33248 lubbis lund.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
LITTERATURFÖRTECKNING.....	0
SAMMANFATTNING.....	1
PROBLEMFÖRMULERING.....	2
PROCESSEN.....	2
Teori.....	2
ANLÄGGNINGEN.....	4
Produktflödet.....	4
Kylsystemet.....	5
Mätpunkter.....	7
MÄTGIVARE.....	8
Allmänt.....	8
Temperaturgivare.....	8
Tryckgivare.....	11
Strömmätning.....	12
Flödesmätning.....	12
Induktiv flödesgivare (Heindrichs MIP).....	12
Flödesgivare av turbotyp.....	13
SIGNALÖVERFÖRING OCH ANALOG FILTRERING.....	15
DATORSYSTEMET.....	15
Centralenhet.....	15
Massminne.....	16
ADC.....	16
Printer.....	16
Plotter.....	16
PROGRAM.....	17
Program för mätvärdesinsamling.....	17
Program för framtagning av mätdata i tabellform.....	21
Program som plottar en kanal som funktion av tiden på bildskärmen.....	21
Program för grafisk representation av kylprofil på bildskärmen.....	21
Program för statistiska beräkningar.....	28
Program för kurvritning på digital plotter..	28
Program för redigering av tidsserier.....	33
Program för beräkning av korskorrelation....	33
FÖRSÖKSUPPLÄGGNING.....	38
RESULTAT AV MÄTNINGAR.....	39
SLUTSATS.....	40

ALIAS EFFEKT.....	Bilaga 1(1)
ANALOGT LP-FILTER.....	Bilaga 2(2)
INSTRUKTIONSNYCKEL FÖR DIGITAL PLOTTER.....	Bilaga 3(2)
KANALNUMRENS MOTSVARIGHET I VERKLIGHETEN.....	Bilaga 4(12)
FÖRSÖKSKÖRNING DEN 7/7-81 AVSEDD ATT BEARBETAS M H A KORRELATIONSANALYS.....	Bilaga 5(13)

LITTERATURFÖRTECKNING

- 1) ABC Basic
- 2) ABC om mätdatorsystem
- 3) Margarine: Andersen and Williams, Pergamon Press
- 4) Stationära stokastiska processer för E: Lindgren, Rootzén, Komp. från avdelningen för matematisk statistik, LTH
- 5) Digitala instrument och mätmetoder: Lennart Grahm, Komp från inst. för elektrisk mätteknik, LTH
- 6) Datorn som systemkomponent: Johan Wieslander, Ingenjör förlaget
- 7) Computer Control Theory: Åström/Wittenmark, Komp. från inst. för reglerteknik, LTH
- 8) Process control: Harriot, Mc Graw-Hill

SAMMANFATTNING

I föreliggande arbete beskrivs ett datainsamlingsystem uppbyggt kring en ABC 80 mikrodator.

Systemet var applicerat på en margarintillverkningsprocess på vilken mätningar gjordes. De mätstorheter som var föremål för intresse var temperatur, tryck, flöde och elektrisk ström. Givarsignalerna från processen samlades ihop i en sk instrumentlåda vilken innehöll nödvändig utrustning för konvertering av givarsignalen till en för ADC:n lämpligt spänningsområde. Mätpunkterna som till antalet uppgick till 25 scannades sedan av m h a ett i datorn inmatat program. Mätresultaten lagrades på flexskiva.

Syftet med mätningarna var att m h a insamlade data utröna samband mellan processparametrar och kvalitét på erhållen slutprodukt.

För detta ändamål konstruerades ett antal databehandlingsprogram avsedda för visuell redovisning på endera bildskärm, printer eller digital plotter. M h a dessa program kunde processens beteende under mättiden studeras och jämföras med margarinprover tagna vid samma tillfälle.

Som ett ytterligare hjälpmedel vid utvärderingen togs ett program fram avsett för beräkning av korskorrelationsfunktionen mellan två tidserier. Detta program användes för att studera en parameters inverkan på den övriga processen.

Sammanfattningsvis kan man säga att det uppbyggda systemet befanns vara driftsäkert och relativt störningsokänsligt. De använda databehandlingsprogrammen var ändamålsenliga men bör kunna utökas med mer sofistikerade program om en fortsättning av detta arbete kommer att ske.

PROBLEMFÖRMULERING

Margarin är en emulsionsblandning av vatten och vegetabilisk olja som kylts till fast form. Olika typer av margarin kan på detta sätt erhållas genom att olika "recept" på oljor och vattenblandningar används.

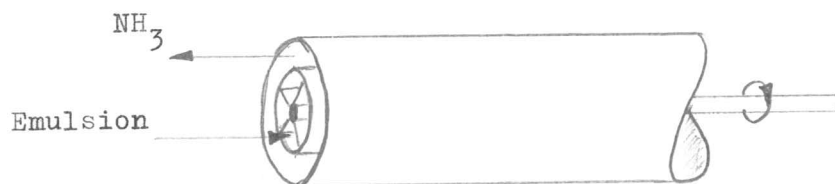
Ett margarin som speciellt studerats i detta examensarbete är bordsmargarin. Önskvärt för denna typ av margarin är att konsistensen är sådan att det kan användas direkt efter förvaring i kylskåp. Syftet med detta arbete har varit att undersöka om denna konsistens kan påverkas genom att variera tillverkningsbetingelserna utan att ändra på grundreceptet och i så fall ge förslag till reglering av tillverkningsprocessen. Ett utav de primära problemen har varit att definiera innebörden av "bra konsistens", då detta uttryck är ett offer för subjektiva värderingar. Ett objektiva hjälpmedel finns dock, nämligen s k konpenetration. Denna metod består i att man låter en kon av bestämd tyngd och geometri falla ner i margarinasken varvid man mäter penetrationsdjupet. Detta djup blir sedan ett mått på margarinets skjuvmodul (elasticitet). Andra subjektiva bedömningsformer är fingerpenetration samt provsmakning som använts parallellt med konpenetration.

På processidan tänktes mätningen utföras m h a en ABC 80 mikrodator som mätvärdesinsamlare. Efter att från början bestämt antalet och typen av mätpunkter formgavs metoden för datainsamlingen efterhand arbetet fortskred. Detta förfarande resulterade i en ganska enkel och driftssäker datainsamlingsmetod.

PROCESSEN

Teori

Vid margarintillverkning fås den flytande emulsionsblandningen att kristallisera genom en underkylning i en s k rörkylare.



Rörkylare

Rörkylaren kan principiellt beskrivas som en typ av värmewäxlare uppbyggd av 2 rör mellan vilka strömmar ett kylmedium (NH_3). I det innersta röret strömmar sedan emulsionsblandningen och kyls av mot de kallare ytterväggarna. För att förhindra fettkristallerna att fastna på ytterväggarna rensas dessa kontinuerligt av roterande knivar fastgjorda på en genomgående axel. För att i sin tur förhindra kristaller att fastna på rotoraxeln och knivarna värms denna upp av 60-gradigt vatten, s k rotorvarmvatten.

Teorin rörande fetters kristallisation är relativt komplicerad varför jag här kort kommer att nämna något om de fenomen som är viktiga för det fortsatta sammanhanget.

När ett fett kristalliserat kan man särskilja två typer av bindningar mellan kristallerna.

1) Primära bindningar

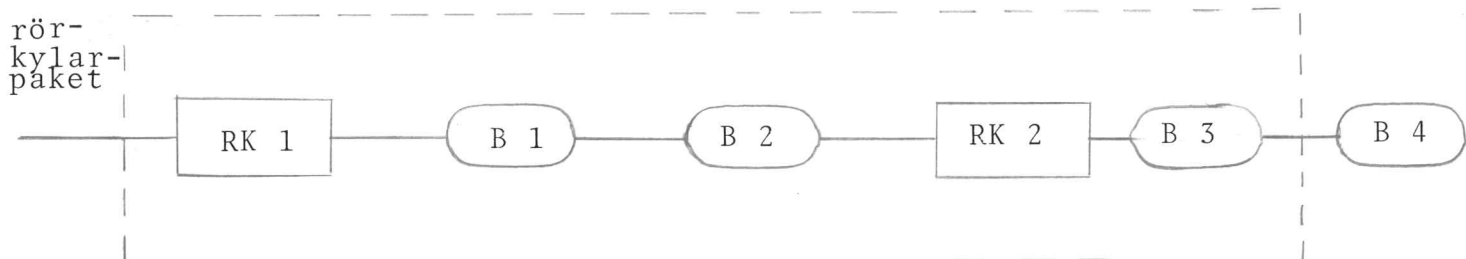
Dessa bindningar bildas företrädesvis när kristallisationen får ske i vila, varvid kristallmönstret byggs upp från gemensamma beröringspunkter mellan kristallerna och bildar ett starkt tätt fackverksmönster. Denna bindningsform är stark och irreversibel samt den bindningsform som bidrar mest till det slutgiltiga fettets hårdhet.

2) Sekundära bindningar

Dessa bindningar uppstår genom Van der Waalskrafter mellan enskilda kristaller. Även här bildas ett 3-dimensionellt nätverk men betydligt svagare än fall 1. Bindningen är reversibel och ej bidragande till fettets hårdhet.

När man vid tillverkning av margarin vill ha en relativt lös produkt ligger det nära till hands att försöka hindra uppkomsten av de primära bindningarna. Detta kan åstadkommas genom att fettets utsätts för någon form av bearbetning under och efter kristallisationen. Detta sker i en efterföljande bearbetningsenhet som består av en cylinder med omväxlande fasta och rörliga pinnar.

Den margarinmaskin som varit föremål för undersökning har varit utrustad med följande enheter.



Bearbetningsenheterna B1-B3 är integrerade med rörkylarenheterna och drivs av samma motor medan B4 är en extern enhet.

Vid ingången till RK1 har emulsionsblandningen en temperatur av ca (30-40)°C. Den utsätts sedan före en chockkyllning i rörkylaren och lämnar densamma i underkyllt skick som en halvflytande massa vid en temperatur av ca (8-12)°C. Kristallisationen har redan påbörjats i RK1 men tillåts fortsätta under bearbetning i bearbetningsenheterna B1 och B2. I dessa enheter kommer graden av underkyllning att minska vartefter blandningen kristalliserar och överlämnar sitt kristallvärme till omgivningen. Ett mått på kristallisationsverksamheten blir temperaturdifferensen över bearbetningsenheterna. Denna differens bör vara direkt korrelerad till graden av underkyllning i RK1. Blandningen fortsätter sedan in i RK2 där en ytterligare underkyllning sker. En motsvarande bearbetning sker sedan i enheterna B3 och B4. Efter B4 anses produkten klar för paketering och transporteras till en förpackningsmaskin. På vägen till paketeringsmaskinen och färdig produkt kan man anta att blandningen utsätts för en icke försumbar bearbetning (rörkrökar, ventiler, packmunstycken o s v), detta bör dock inte vara någon nackdel med tanke på den reduktion av primära bindningar bearbetningen orsakar.

Den färdiga produkten kommer sedan att lagras i 15°C i ca 2 veckor innan den tillhandahålls konsumenten.

Under denna lagringstid kommer det ske en förändring av kritallstrukturen hos produkten, margarinet kommer att bli hårdare.

Graden av denna förhårdning kan tillskrivas koncentrationen av primära bindningar. En åtgärd som följer av detta resonemang blir att se till att produkten är färdigkristalliserad vid utträdet ur packmaskinen, d v s nya primärbindningar kan ej uppstå. Ett sätt att mäta detta är att mäta temperaturdifferensen över B4. Om kristallisationsaktiviteten i produkten är låg bör denna differens vara liten.

Problemet har nu reducerats till att undersöka om:

- 1) ett färdigkristalliserat margarin kan erhållas på den undersökta anläggningen.
- 2) ett sådant margarin ger en bättre konsistens efter föreskriven lagringstid.

ANLÄGGNINGEN

Produktflödet

En doseringsutrustning ombesörjer att rätt proportioner av de ingående komponenterna erhålls. Den därvid erhållna vattenfasen och oljefasen blandas sedan i en tank (s k wind-kessel) till en emulsion med olja som kontinuerlig fas. Själva blandningen ombesörjs av en pump som pumpar runt blandningen.

Därefter blandas den färska emulsionen med eventuellt retur-margarin från packmaskinen och går in i en värmeväxlare för uppsmältning.

Efter uppsmältningen har emulsionen erhållit en temperatur på ca (60-70)°C. Nästa steg är en temperering i en ny VVX till en temperatur på ca (30-40)°C varefter blandningen är klar för att pumpas in i rörkylarpaketet m h a en högtryckspump. Denna pump är en dubbelverkande kolvpump med variabelt displacement, vilket innebär att denna pump kan tjänstgöra som inställningsorgan för produktflödet.

Efter passage av rörkylarpaketet är margarinet klart för paketering i packmaskinen. Denna maskin har steglöst variabel paketeringshastighet mellan 0 till 120 askar per minut. Varje ask innehåller 400 g.

Då inställt produktflöde är större än packmaskinens behov (vilket alltid är fallet) kommer resterande mängd margarin att gå på retur till omsmältning via en varmvattentempererad returledning. Kontrollen av returflödet sköts automatiskt via en fjäderbelastad backventil som öppnar då trycket överstiger ett visst givet värde.

Kylsystemet

Kylsystemets principiella uppbyggnad ges av figur 1. Flytande ammoniak skapas på samma sätt som i ett vanligt kylskåp genom kedjan kompressor, kondensor och strypventil, varefter den lagras i en mellantank. Från mellantanken pumpas den via en varierbar ventil in i rörkylaren.

P g a den tryckökning som sker över pumpen kan man anta att kylmediet är något underkylt vid inträdet i rörkylaren. Detta innebär att första delen av rörkylaren kommer att fungera som en ordinär värmeväxlare d v s ammoniaken kommer att värmas upp till den temperatur som motsvarar förgasningstemperaturen vid det aktuella trycket. När ammoniaken passerat denna punkt kommer temperaturen att vara konstant i resterande delen av rörkylaren om man bortser från den temperatursänkning som orsakas av den flödesberoende tryckförlusten. Vid utträdet av rörkylaren finns en tryckregulator av P-typ, bestående av "förgasardom, pilotventil och sugventil. Denna regulator kommer indirekt att styra ändtemperaturen i rörkylaren eftersom vi antar att förgasning sker i slutändan.

Regulatorns funktion är som följande:

Den trycksignal som skall regleras leds genom en förgasardom vars uppgift är att eliminera de eventuella vätskedroppar som kan finnas kvar p g a otillräcklig förgasning i rörkylaren. Därefter dämpas signalen av en variabel s k pilotventil för att sedan få påverka en rörlig kolv som är förbunden med en fjäderbelastad ventil (s k sugventil). Läget på denna ventil kommer i sin tur att styra det önskade trycket.

KYLSYSTEMET

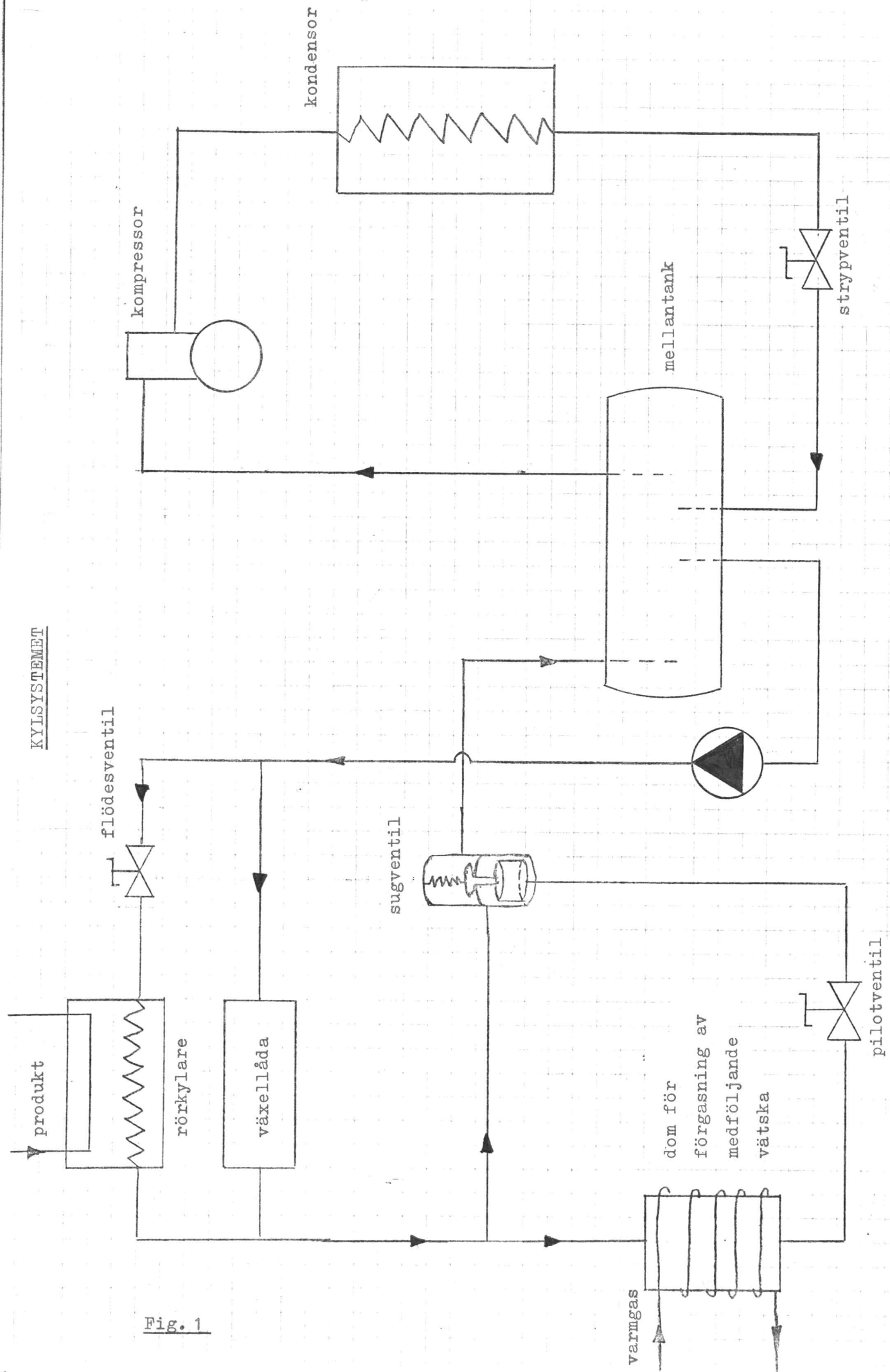


Fig. 1

Genom att variera trycksänkningen över pilotventilen kan man således erhålla olika sluttryck.

Efter passage av tryckregulatorn kommer ammoniaken att returneras till mellantanken.

Den kyleffekt som påföres produkten kan således påverkas av:

- 1) genomströmningsflöde (bestäms av flödesventilens läge)
- 2) sluttemperatur (bestäms av pilotventilens läge)

Under antagandet av total förgasning och maximalt genomströmningsflöde är en rörkylares totala kyleffekt ca 700 kW (strålnings- och övergångsförluster ej medräknade). Övergångsförlusterna är dock beroende av förgasningsgraden genom att ammoniaken innehåller en viss mängd smörjolja som vid en total förgasning kommer att lägga sig på kyltorna och försvåra värmeövergången till produkten. Detta skikt kan förhindras uppstå genom att genomströmningsflödet ökas varvid en eventuell oljefilm sköjs bort av den icke förgasade ammoniaken.

Detta innebär att optimum av effektiv kylkapacitet erhålles då en viss mängd flytande ammoniak tillåts lämna rörkylaren.

I äldre litteratur rekommenderas vid tillverkning av margarin en kyleffekt på ca 35 kW/(ton/h) för eliminering av kristallisationsvärmets. I vårt fall tillkommer en tempereringseffekt på ca 15 kW/(ton/h) vilket gör tillsammans ett totalt effektivt kylbehov på 50 kW/(ton/h). Denna kyleffekt bör vid normala produktflöden inte vara svår att åstadkomma på den undersökta anläggningen.

Mätpunkter

För att få en uppfattning om temperaturvariationer i tillverkningskedjan var det naturligt att införa ett rikligt antal mätpunkter i denna, där temperaturen registreras.

För eventuella framtida beräkningar av värmebalansen på processen, utrustades även kylsystem och rotorvarmvattensystem med mätpunkter för temperaturmätning. Då det var önskvärt att erhålla ett mått på produktens konsistens i rörkylaren, mättes strömtillförseln till den för rörkylarpaketet gemensamma motorn. Som komplement registrerades även strömmen till den externa bearbetningsenheten.

För att studera tryckvariationer på produktsidan mättes trycket på två platser, efter rörkylarpaketet och före packmaskinen.

För att få komplett information om tillverkningsbetingelserna, krävdes uppgifter om totalt produktflöde, flöde till packmaskin samt ammoniakflöde. Mätning av det sistnämnda visade sig icke vara praktiskt genomförbart då det inte fanns nödvändig utrustning för ändamålet. Istället avlästes manuellt ett instrument vars värde noterades vid varje försök.

Försök att elektriskt registrera det totala produktflödet gjordes, dock utan lyckat resultat, varför även här uppskattningar fick göras och registreras manuellt. Dessa estimeringar gjordes m h a avläsningar av inställd kapacitet hos högtryckspumpen, varför de kan anses vara av ganska god kvalitet.

Elektrisk registrering av flöde till packmaskin lät sig göras utan problem.

Placeringen av samtliga mätpunkter fås ur figur 2, vilken även utgör ett komplett processchema.

MÄTGIVARE

Allmänt

Då alla mätningar tänktes göras under full produktion var det naturligt att i görligaste mån välja utrustning som var avsedd för fast montage. I de fall man övervägde att sänka ner sensorer i produktflödet, var man tvungen att beakta de hygieniska krav som ställs vid livsmedelstillverkning. Dessa kan sammanfattas i:

- 1) Eventuella fickor får ej bildas som kan försvåra rengöring av systemet
- 2) Mätgivaren måste vara korrosionsbeständig mot produktflödet och den starkt basiska tvättlösningen som används för rengöring av systemet.

Temperaturgivare

Här användes primärgivare av motståndstyp som inneslutits i ett skyddsrör av syrafast stål och sänkts ner i processen. Mätmotståndet var av platinatyp, s k PT100, dess resistans som fkn. av temperaturen fås ur fig 3.

Toleransen hos mätmotståndet uppgavs av leverantören uppfylla hälften av vad DIN 43760 föreskriver, d v s:

T (°C)	± Tolerans °C
- 60	0,27
± 0	0,15
+ 100	0,6

Tolerans för mätmotstånd

MÄTPUNKTER VID MARGARINTILLVERKNING

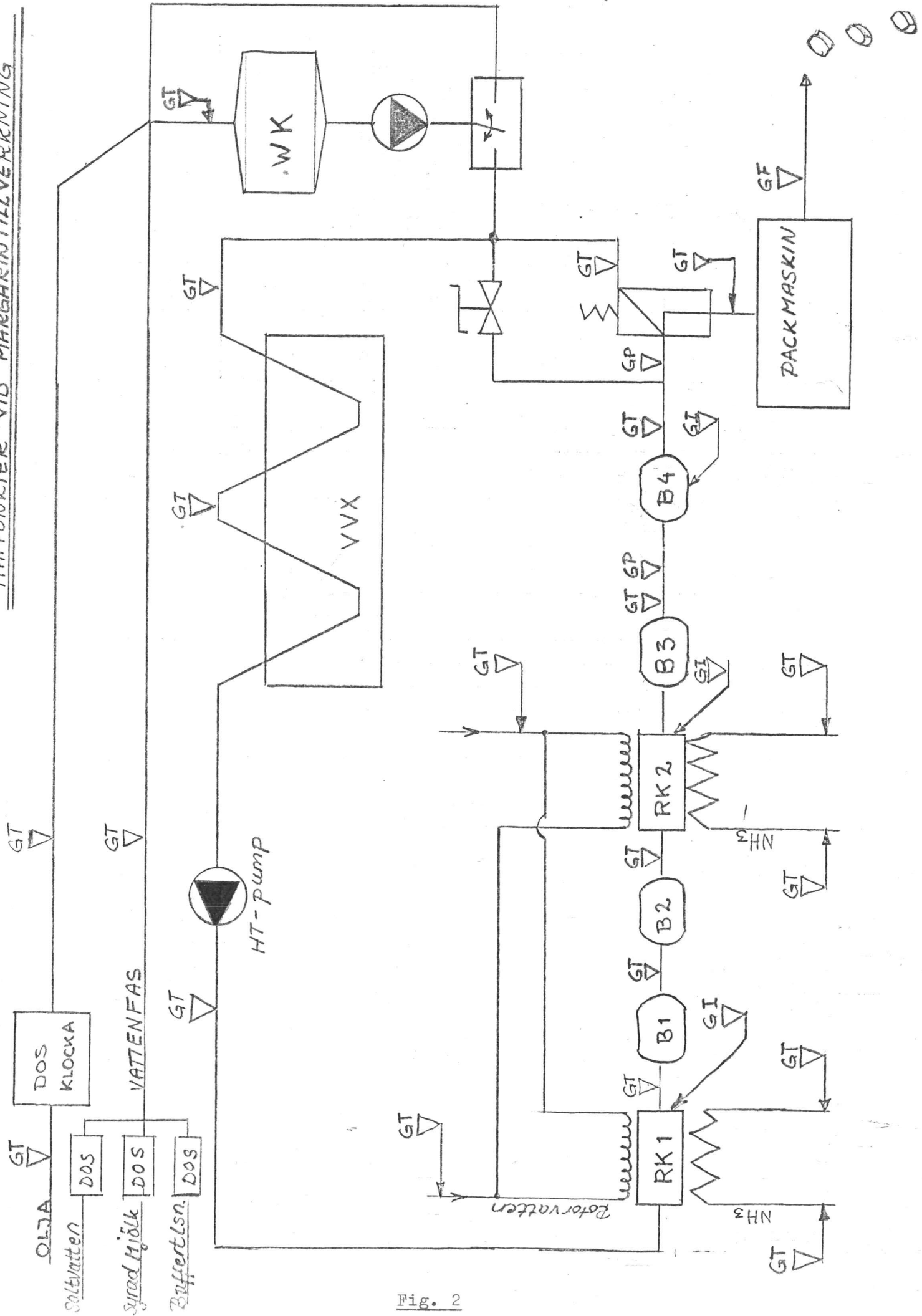


Fig. 2

Matståndsvärden för Pz 100 DIN

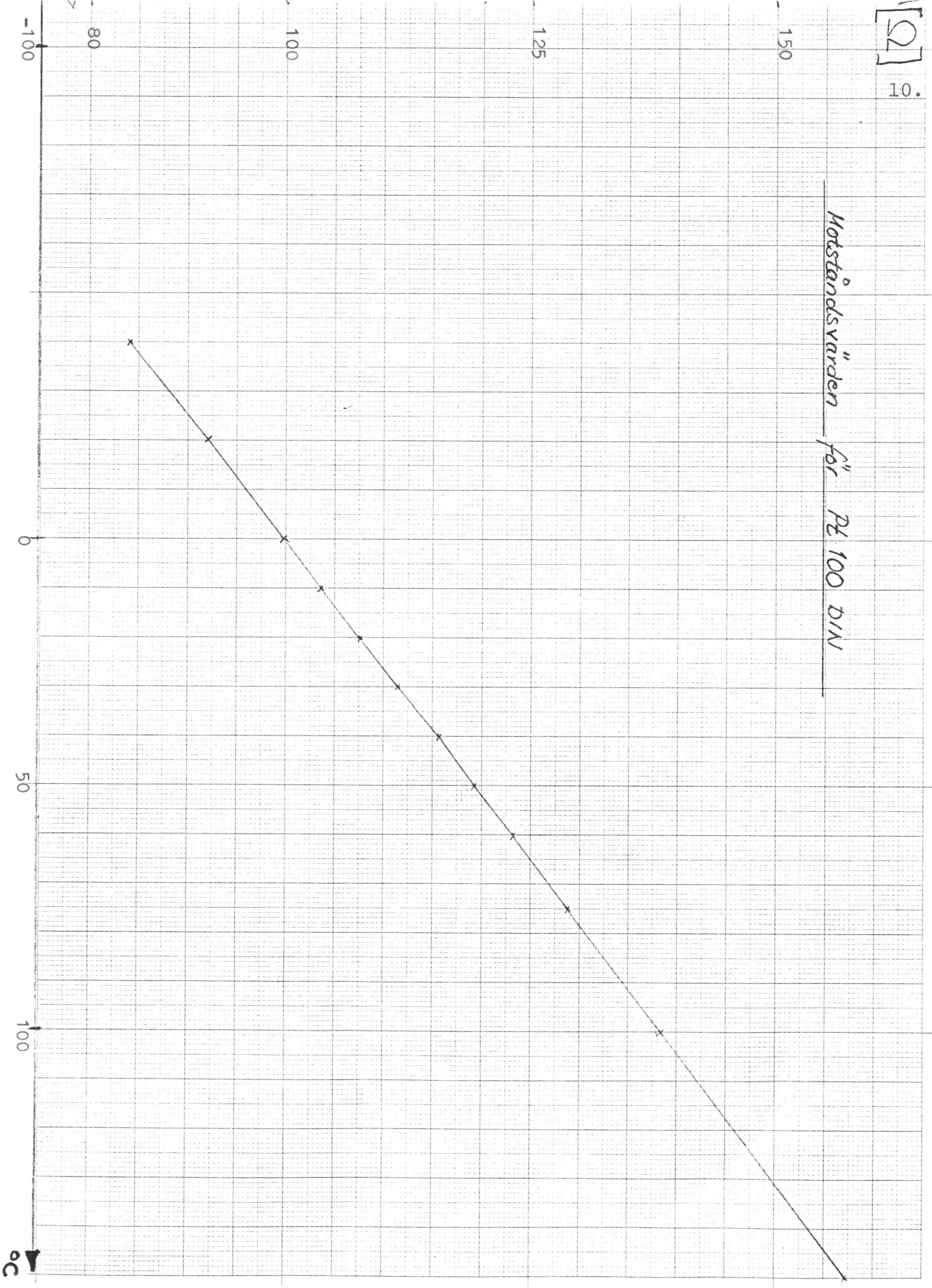


Fig. 3

7325 01 - 514 415 - 1 x 1 mm

ESSELTE
4441

I vårt fall gjordes mätningar mellan $(-25^{\circ}\text{C}) - (+65^{\circ}\text{C})$, varför mätfel härrörande från mätgivare kan antas mindre än $0,5^{\circ}\text{C}$.

För att få en uppfattning av hela mätkroppens responstid gjordes mätningar av den termiska tidskonstanten. Denna mätning gick till på så sätt att mätkroppen avkyldes i strömmande vatten, varvid motståndsvärdet successivt registrerades. Den termiska tidskonstanten befanns vara mindre än 1,5 min, vilket ansågs godtagbart, då övriga tidskonstanter i processen antogs vara betydligt större.

För att omvandla resistansvariationerna i mätmotståndet till en elektisk signal, användes en mätvärdesomvandlare av typ DA 45 (leverantör Hugo Tillqvist AB). Denna består i korthet av tre vitala delar:

1. En strömmatad mätbrygga, där mätmotståndet kopplas in med tre ledningar, vilket möjliggör kompensering av resistansen i anslutningsledningen. Detta medför ett oberoende av längden på anslutningsledningen.
2. En mätförstärkare som har både ström och spänningsutgång.
3. En specialkoppling som möjliggör att förstärkaren kan trimmas till olinjäritet. Detta kan användas till att kompensera den olinjäritet som finns i temperatur-resistans-kurvan i fig 3.

DA 45 åtföljs av en trimningsanvisning i vilken beskrivs hur man trimmar in ett godtyckligt mätområde. Vid trimningen simuleras mätmotståndet av en dekadresistor.

DA 45:s maxfel uppges av leverantören vara $\pm 0,5\%$ av aktuellt mätspann. Detta har beaktats då olika mätpunkter försetts med lämpliga mätområden.

Som utsignal har valts strömutgången 0-20 mA.

Tryckgivare

Som sensor vid tryckmätningen användes en givare från KYOWA Electronics med typbeteckning PGM-C. Denna givare är försedd med fyra trådtöjningsgivare sammankopplade till en brygga. Trådtöjningsgivarna är mekaniskt förbundna med ett membran på så sätt att ett mekaniskt tryck på membranet resulterar i maximal obalans hos bryggan, se fig 4.

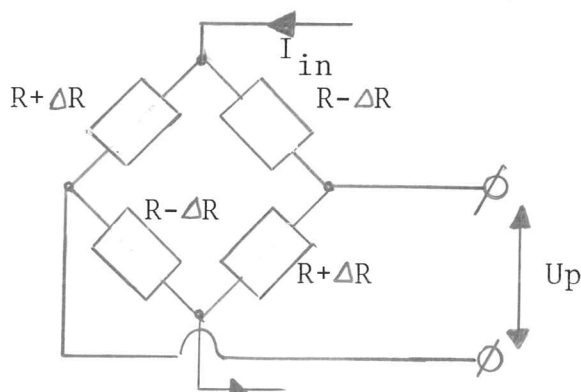


Fig 4: ΔR är den av det mekaniska trycket förorsakade resistansändringen i trådtöjningsgivarna.

Genom bryggan leds en väldefinierad ström. Då trycket är noll är även $\Delta R=0$. Detta innebär att bryggan är i balans och $U_p=0$. Vid ett tryck på membranet kommer ΔR att vara proportionellt mot detta, vilket innebär att även U_p kommer att vara proportionellt mot detta tryck.

För att erhålla önskad 0-20 mA signal kombinerades denna givare med en mätomvandlare från ABEM, typbeteckning DCB 820. Kortfattat bestod denna utav:

1. 50 mA strömkälla för matning utav mätbryggan
2. Linjär förstärkare med strömutgång
3. Diverse inbyggda kalibreringsmotstånd

Vid mätningen användes två givare, med maxtryck 10 kp/cm² resp 200 kp/cm².

Dessa var vid leveransen medföljda av kalibreringskonstanter för resp givare. Med hjälp av dessa och kalibreringsanvisning för mätomvandlaren trimmades givare och förstärkare samman till en fungerande enhet.

Strömmätning

Då det var önskvärt att mäta strömmen i en fas på resp motor till rörkylare och extern bearbetningsenhet installerades på resp motor en strömtransformator. Omsättningen för transformatorn valdes för rörkylarmotorn till 200:1 och för bearbetningsmotorn till 60:1. För att erhålla en likströmssignal inköptes omvandlare för detta ändamål. Dessa arbetade så att en insignal om 1 A, 50 Hz omvandlades till en likströmsignal på 20 mA.

Flödesmätning

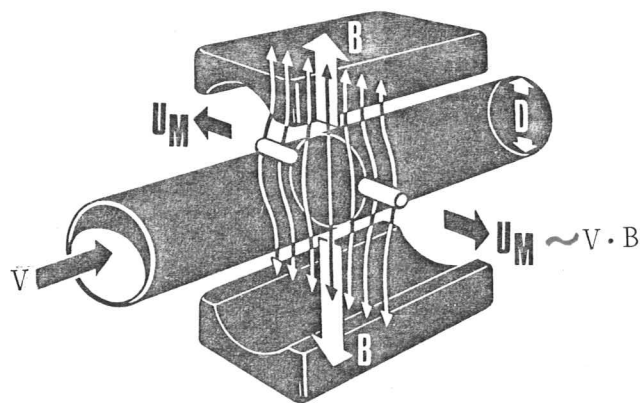
Då packmaskinen var försedd med ett 20 mA-instrument som visade antalet paketerade askar (à 400 g) per minut, kunde detta användas vid mätningen av utflöde från packmaskin. Praktiskt lät sig detta göras genom att datorutrustningen kopplades i serie med instrumentet. Sortomvandling till lämplig enhet kunde sedan göras i datorn.

Beträffande produktflödet genom rörkylaren prövades två olika metoder för elektrisk registrering.

Induktiv flödesgivare (Heinrichs MIP)

Denna metod bygger på att man låter mätmediet strömma genom ett rör som på insidan är belagt med ett elektriskt isolerande skikt. Över röret vinkelrätt mot strömningsriktningen läggs ett magnetfält som åstadkommit m h a ett spolpaket.

Proportionellt mot strömningshastigheten kommer det att uppstå en elektrisk spänning mellan rörväggarna vinkelrätt mot det magnetiska fältet. Denna spänning kan detekteras m h a två diametralt placerade elektroder, se fig 5.



Figur 5

Eftersom det genomströmmande flödet erhålls ur $Q = V \cdot A$ ($A =$ rörets tvärsnittsarea) kan man med detta arrangemang erhålla en fungerande flödesmätare. Ett villkor för god funktion är dock att det genomströmmande mediet har någorlunda god ledningsförmåga (tillverkaren anger $20 \mu\text{S}/\text{cm}$ som minimum).

Eftersom den okyllda margarinblandningen består av en saltvattenlösning till ca 40%, antogs från början ledningsförmågan tillräcklig. När någon signal från flödesgivaren ej erhöles gjordes mätningar på mediet, varvid ledningsförmågan befanns vara mindre än $20 \mu\text{S}/\text{cm}$. Att ledningsförmågan är så liten torde ha sin förklaring i att blandningen är en emulsion med oljan som kontinuerlig fas. Detta innebär att saltvattenlösningen ligger inkapslad i olja, varvid inga joner kan strömma fritt och bidra till ledningsförmågan. I konduktivitetshänseende kommer sålunda blandningen att uppföra sig som ren olja.

Med anledning utav de funna resultaten insågs det omöjliga i att mäta flöde med denna metod.

Flödesgivare av turbotyp

Denna givare består av ett rör vari ett turbinhjul av väldefinierad geometri placerats vinkelrätt mot den tänkta strömningsriktningen. Turbinhjulet kan rotera fritt och dess vinkelhastighet kommer att bero på det genomströmmande mediets hastighet. För att detektera denna hastighet finns på turbinhjulet en magnet som när den passerar en spole i rörväggen inducerar en spänningsspuls i denna. Då ett varv hos turbinhjulet motsvaras av en av fabrikanter uppgiven genomströmmad volym, kan man räkna antalet pulser från spolen under t ex 1 sekund och på så sätt erhålla medelvärdet under 1 sekund av det genomströmmande flödet.

En dylik givare (Meter Flow, 6MH/2000/RV SPEC 159) imonterades på anläggningen tillsammans med en frekvens-DC-konverter (Processautomatik, PA 102). Den vid test erhållna utsignalen

kunde jämföras med den via högtryckspumpen inställda flödesmängden. Denna kunde varierar mellan 2,5-4,75 m³/h. Vid prov visade det sig att utsignalen uppvisade en stark olinjäritet då flödet överskred 3,5 m³/h, varför metoden klassifierades som oanvändbar.

Då ingen elektrisk registrering av produktflödet lät sig göras, fick varje mätning åtföljas av en notering av högtryckspumpens inställning.

Som tidigare nämnts bestod denna av två dubbelverkande kolvpumpar med variabelt displacement.

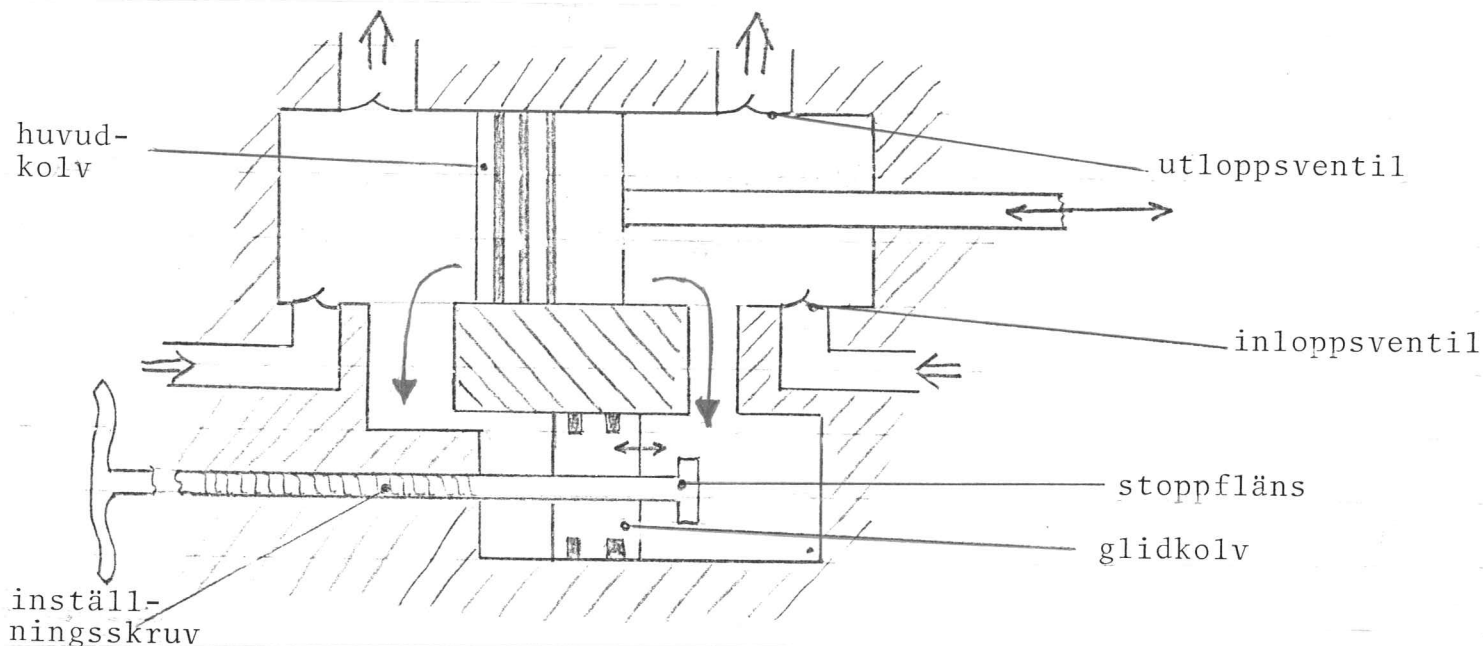


Fig. 6: Dubbelverkande kolvpump med variabelt displacement.

Eftersom glidkolven är rörlig längs en axel som är förbunden med inställningsskruven kan displacementet varieras genom att stoppflänsen förskjuts. En fullt utskruvad inställningsskruv innebär att glidkolven är fixerad och pumpen är inställd för maximal kapacitet. Analogt fås min.kapacitet genom fullt inskruvad skruv.

Pumpen har två slagvolymer, en på framsidan av kolven (= 146,6 cm³) och en på baksidan (= 107,2 cm³). Pumpfrekvensen uppmättes till 2,6 slag/sek. En pumps max.kapacitet blir då $2,6 \cdot 3600 \cdot (146,6 + 107,2) \text{ cm}^3/\text{h} = 2,38 \text{ m}^3/\text{h}$.

Diametrarna för glidkolv resp skruv är 40 mm och 18 mm. Då skruvens stigning är 1,79 mm fås displacementsändring per skruvvarv och slag som $1,79 \cdot \frac{\pi}{4} (40^2 - 18^2) \cdot 2 = 3,58 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{flödesförändring/skruvvarv och pump} &= \\ &= 2,6 \cdot 3,58 \cdot 10^{-6} = 0,0335 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Då skruven har 33 gängor fås min.kapaciteten som $2,38 - 33 \cdot 0,0335 = 1,27 \text{ m}^3/\text{h}$.

Sammanfattningsvis gäller för högtryckspumpen:

Max.kapacitet:	4,76 m ³ /h
Min.kapacitet:	2,54 m ³ /h
Flödesändring/skruvvarv:	0,0335 m ³ /h

Ur dessa uppgifter kunde aktuellt inställt flöde beräknas.

SIGNALÖVERFÖRING OCH ANALOG FILTRERING

För att erhålla en överskådlig och lättserverad anläggning samlades all extern utrustning utom givarsensorer och dator ihop i en instrumentlåda. Denna låda placerades tillsammans med datorn på en åskådarplattform strax ovanför processen. Genom detta förfarande erhöles korta mätledningar och en bra arbetsmiljö för datorutrustningen. Då alla mätledningar var strömmatade samt relativt korta, minimerades inverkan av elektriska störningar.

Det visade sig senare att de enda störningar som uppträdde var slumpmässigt förekommande spikar. Dessa alstrades troligen via induktiv överföring från motorstarter i övriga fabrikslokalen. Dock var dessa störningar lätt igenkännbara genom att de uppträdde endast under ett sample och vållade därför inga problem vid analys av mätresultaten.

För att erhålla en till ADC:n lämplig 0-5 V spänning, belastades mätförstärkarna med ett motstånd på 250 Ω (1%). Mellan dessa motstånd och analog-digital-convertern, fanns det sedan möjlighet att ansluta analoga filter för att eliminera den "Alias-effekt" som uppstår vid sampling. För den som ej känner till Alias-effekten hänvisas till bilaga. Ett sådant filter togs fram och redovisas i bilaga. Detta filter testades och befanns driftsäkert. Syftet var att utrusta varje mätkanal med ett dylikt filter. Dessa filter tänktes monteras på kretskort och anslutas till instrumentlådan. Material beställdes men hade ej levererats då detta arbete avslutades, varför de redovisade mätningarna är gjorda utan dessa filter. Då temperaturmätningarna var föremål för störst intresse torde frånvaron av filter ej här vållat några problem, eftersom den dubbla samplingstiden var betydligt mindre än processens termiska tidskonstant. Beträffande resterande mätkanaler rekommenderades en viss försiktighet vid utvärdering av mätresultaten.

DATORSYSTEMET

Centralenhet

Hjärtat i hela mätsystemet var en ABC 80 micro-dator, tillverkad av svenska Luxor.

ABC 80 är en komplett dator i bordsutförande, sammanbyggd med ett alfanumeriskt skrivmaskinstangentbord.

Datorn är uppbyggd kring microprocessorn Z80A och innehåller i grundutförande 32 kbyte-minne, varav 16 kbyte ROM och 16 kbyte RAM.

För kommunikation med omvärlden är ABC 80 utrustad med en seriell V24 port och en parallell ABC 80-bus.

Massminne

För detta ändamål användes flexskiveenhet FD2. Denna är utrustad med två minifloppyenheter med vardera kapaciteten 80 kbyte. Kommunikation med centralenheten styrs m h a ett diskoperativsystem lagrat i ett ROM. Till FD2 hör ett antal användbara systemprogram för bl a kopiering, generering av systemdisketter, formatering, besked om ledigt lagringsutrymme på flexskivan m m. FD2 ansluts till centralenheten via ABC 80-bussen.

ADC

Här utnyttjades DATABOARD 4682 från SATTCO AB, som är direkt avpassad för ABC 80, Denna är en 12 bitars A/D-omvandlare baserad på en CMOS A/D krets. Omvandlingsmetoden är "successiv approximation". Antalet analoga ingångar kan vara antingen 32 st för "single ended" signaler eller 16 för differentiella. I vårt fall var alla signaler "single ended".

Möjligheter att välja mellan två inspänningsområden (0 - 5 V eller -5 V - +5 V) finns via programvaran. I vårt fall användes endast 0 - 5 V-området. Enheten är utformad som ett standard europakort med tillhörande europaanslutning som direkt kan anslutas till ABC 80-bussen.

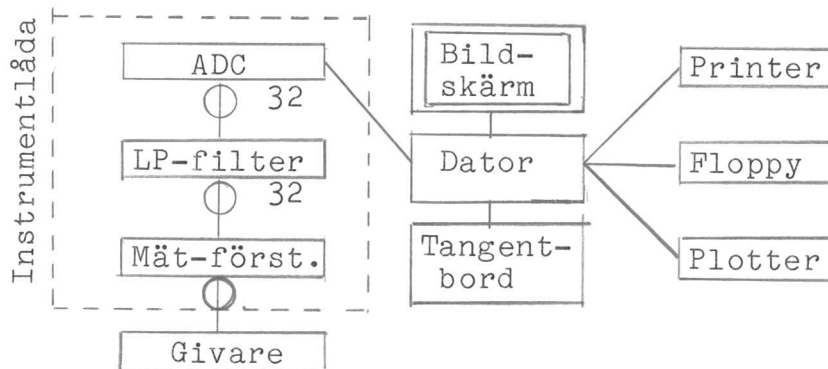
Printer

För utskrift av program användes en ABC 8300. Detta är en matris skrivare för utskrift på vanligt papper. Innan en digital plotter anskaffades användes printern för utskrift av mätdata i diagramform. Printern anslöts till ABC 80-bussen.

Plotter

Efterhand utvärderingarna av mätdata fortskred insågs värdet av att erhålla hardcopy av diagram. För detta ändamål in-skaffades då en digital plotter. Med hjälp av interface kunde denna anslutas till ABC 80-bussen.

Det kompletta mätsystemet hade sålunda följande utseende:



PROGRAM

De program som användes kommer nu att beskrivas. Detta kommer att tillgå på så sätt att först visas ett generaliserat flödesschema, varefter vitala programavsnitt kommer att särbehandlas.

Programmen är skrivna i ABC 80-basic, som skiljer sig något från vanlig basic. Ifall det skulle uppstå några oklarheter i detta hänseende hänvisas till boken "ABC om Basic".

Program för mätvärdesinsamling

Syftet med detta program är att med ett givet tidsintervall hämta in aktuella mätvärden och lagra dessa på en diskett. För att erhålla skalriktiga mätvärden använder sig programmet av en matris kallad "Basdata". Denna erhålles vid start antingen genom manuell inmatning från tangentbordet eller genom inläsning från disketten i drivenhet 0, den s k systemskivan.

Basdata-filens utseende på disketten är följande:

KANALNAMN 1, 4095, 0, max.skaldelar 1, min.skaldelar 1,
KANALNAMN 2, 4095, 0, max.skd. 2, min.skd. 2,
KANALNAMN 3..... KANALNAMN J, 4095, 0, max.skd. J,
min.skd. J, SLUT, -1, 0, 0, 0, J. (J är antal använda kanaler).

Mätdata lagras på en fil på disketten i drivenhet 1. Lagringsförfarandet är följande:

Starttid, Intervall, Kanalantal, Tidpkt 1, Mätvärdesvektor 1, Tidpkt. 2, Mätvärdesvektor 2,, Tidpkt N, Mätvärdesvektor N, -999.

Här menas med mätvärdesvektorns I:te element Kanal I:s mätvärde vid angiven tidpunkt. Tidpunkterna lagras som totalt antal sekunder räknat från dygnets början.

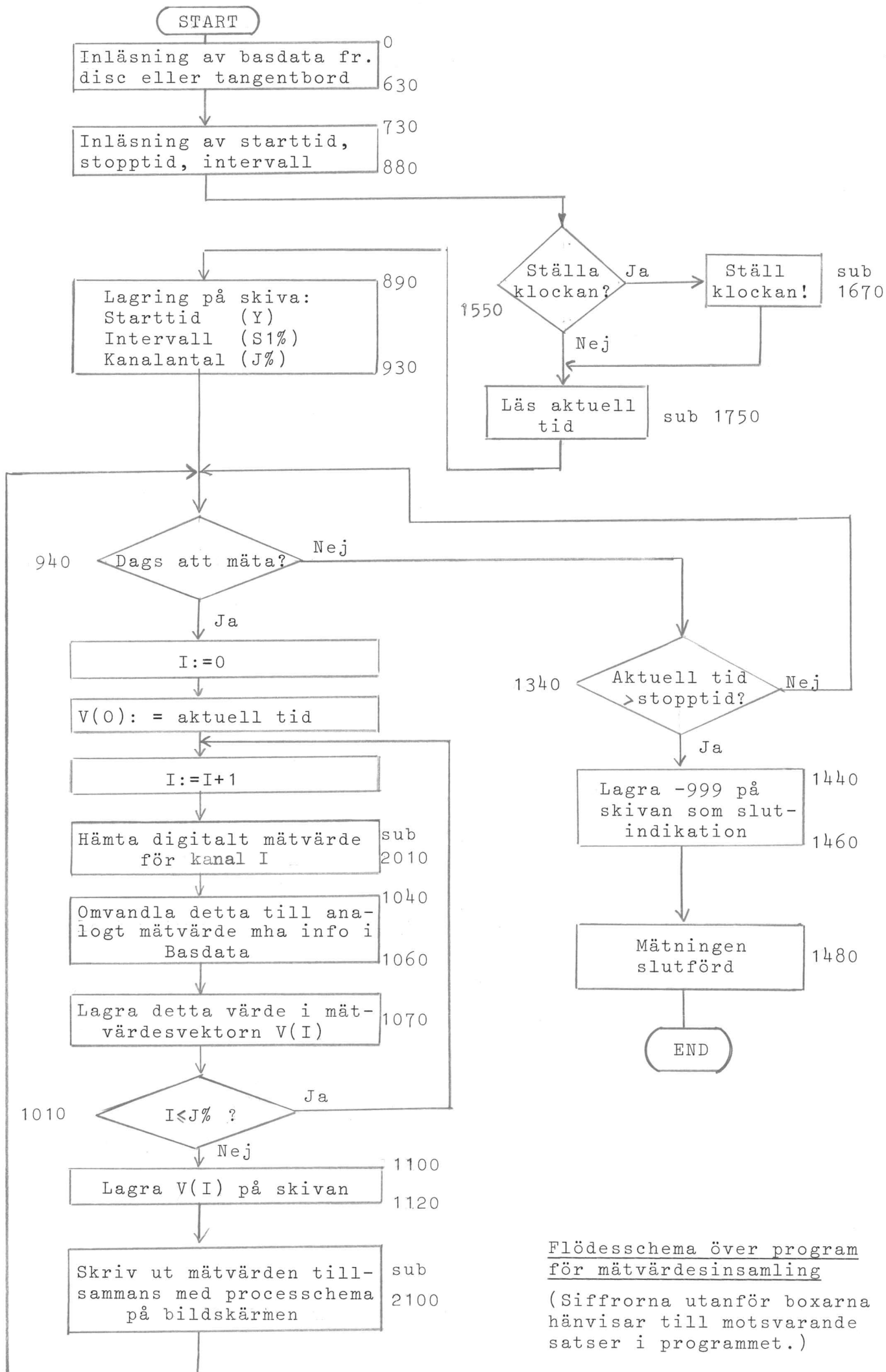
Som tidsreferens användes en i datorn inbyggd realtids-klocka. Tiden lagras i datorns minne på adresserna 65008-65010 som ett 24-bitars binärt tal med 8 bitar i varje adress. En intern klockoscillator räknar sedan ner tiden i 20 ms intervall. Möjligheter att ställa klockan finns, detta görs i subrutin 1670. Motsvarande utläsning av tiden görs i subrutin 1750.

Själva inläsningen av mätvärdet kan indelas i två faser:

1) Omvandling i ADC.

2) Kontroll och medelvärdesbildning av 3 efterföljande värden.

1) representeras av subrutin 1890, 2) av subrutin 2010.



Flödesschema över program
för mätvärdesinsamling

(Siffrorna utanför boxarna
hänvisar till motsvarande
satser i programmet.)

```
10 : CHR$(12)
20 : " ** MÄTVÄRDESINSAMLING **"
30 DIM A$(32)=15,T$(4,32),U(32)
40 : : : : "HÄR DU REDAN BESTÄMT NAMN PÅ KANALERNA "
50 : : : "(J/N)": : INPUT X$
60 IF X$="J" OR X$="j" THEN 510
70 REM PROGRAMSTART GÖR TABELL
80 REM DET FINNS PLATS FÖR 32 KANALER
90 REM ALLA ÄR ANALOGA INGÅNGAR !!!
100 REM GERTH FOHLIN 1981
110 DIM A$(32)=15,T$(4,32),U(32)
120 : CHR$(12)
130 : CUR(2,4);"HUR MÅNGA KANALER";
140 INPUT J%
150 K=J%
160 : CUR(4,4);"SKRIV NAMNEN PÅ KANALERNA "
170 : CUR(6,4)"MED RETURN MELLAN NAMNEN"
180 : CUR(8,4)"(MAX 15 TECKEN)" : ;
190 FOR J=0 TO J%-1
200 : "KANAL";J;":": : INPUT A$(J)
210 NEXT J
220 A$(J%)="SLUT"
230 : CHR$(12)
240 : CUR(2,4);"SKRIV FULLVÄRDET OCH NOLLVÄRDET"
250 : CUR(4,4)"FÖR VARJE KANAL MED RETURN MELLAN"
260 : CUR(6,4)"VARJE PAR T.EX. 60,0" : ;
270 FOR J=0 TO J%-1
280 : "KANAL"J;":": : INPUT T$(3%,J),T$(4%,J)
290 NEXT J
300 FOR I%=0 TO J%-1%
310 T$(1%,I%)=4095%
320 NEXT I%
330 FOR I%=0 TO J%-1%
340 T$(2%,I%)=0%
350 NEXT I%
360 GOTO 670
370 : CUR(11,4);"FINNS SKIVA I DRIVE 1 (J/N)": : INPUT X$
380 IF X$="J" THEN 390 ELSE 370
390 PREPARE "DR0:BASEDATA.DAT" ASFILE 1
400 J%=K
410 FOR I1%=0 TO J%
420 : #1,A$(I1%)
430 : #1,T$(1%,I1%)
440 : #1,T$(2%,I1%)
450 : #1,T$(3%,I1%)
460 : #1,T$(4%,I1%)
470 NEXT I1%
480 : #1,J%
490 CLOSE 1
500 GOTO 700
510 REM HIT OM DU GÖR OMSTART
520 OPEN "DR0:BASEDATA.DAT" ASFILE 3
530 I%=-1%
540 I%=I%+1%
550 INPUT #3,A$(I%)
560 INPUT #3,T$(1%,I%)
570 INPUT #3,T$(2%,I%)
580 INPUT #3,T$(3%,I%)
590 INPUT #3,T$(4%,I%)
600 IF A$(I%)="SLUT" THEN 610 ELSE 540
610 K=I%
620 CLOSE 3
630 REM BASEDATA INLÄST IGEN
640 GOTO 700
650 REM END-OF FILE INSTRUKTION
660 A$(K)="SLUT"
```

```

670 T%(1%,K)=-1
680 FOR N%=2 TO 4 : T%(N%,K)=0 : NEXT N%
690 GOTO 370
700 REM SÄTT STARTTIDPUNKT OCH
710 REM RÄTT INTERVALL
720 GOSUB 1540 : REM SÄTT KLOCKÅ
730 : "STARTTIDPUNKT HH,MM,SS"
740 ONERRORGOTO 730
750 : "      " : INPUT H%,M%,S%
760 IF H%<0 OR H%>24 THEN 730
770 IF M%<0 OR M%>59 THEN 730
780 IF S%<0 OR S%>59 THEN 730
790 : : : "TID MELLAN MÄTNINGARNA I SEK" : :
800 : "MIN 5 SEK,MAX 900 SEK " :
810 ONERRORGOTO 790
820 INPUT S1%
830 IF S1%<5 OR S1%>900 GOTO 790
840 Y=H%*3600+M%*60+S%
850 : : : "STOPPTIDPUNKT HH,MM,SS"
860 ONERRORGOTO 850
870 : "      " : INPUT H%,M%,S%
880 Y2=3600*H%+60*M%+S%
890 PREPARE "DR1:MÄTVÄRDE.DAT" ASFILE 2
900 : #2,Y : REM STARTTID
910 : #2,S1% : REM INTERVALL
920 : #2,K
930 : CHR$(12)
940 GOSUB 1260 : REM KONTROLLERA OM DAGS
950 REM ATT TA MÄTNING ISÅ FALL Y1%=1
960 IF Y1%=0 THEN 940
970 REM STARTA INLÄSNING AV MÄTVÄRDEN
980 I%=-1%
990 FOR I4=1 TO 100 : NEXT I4
1000 I%=I%+1%
1010 IF T%(1%,I%)=-1 THEN 1100
1020 GOSUB 2010 : REM LÄS ANALOGT VÄRDE
1030 ONERRORGOTO 1170
1040 T1=T%(3%,I%)-T%(4%,I%)
1050 T2=T%(1%,I%)-T%(2%,I%)
1060 U(I%)=A%/T2*T1+T%(4%,I%)
1070 U(I%)=INT(10*U(I%))/10
1080 IF I%=25 THEN U(I%)=INT(10*((U(I%)*.4*.06)/.95))/10
1090 GOTO 1000

1100 : #2,Y1 : REM SKRIV KLOCKSLAG I SEK
1110 FOR I1%=0 TO I%-1%
1120 : #2,U(I1%) : NEXT I1%
1130 GOSUB 2100
1140 REM ALLA VÄRDEN INSKRIVNA
1150 REM VÄNTA PÅ NÄSTA TIDPUNKT
1160 GOTO 940
1170 REM FELHANTERING OM FEL PÅ INGANGS-VÄRDE.
1180 : CHR$(12)
1190 : CUR(2,4):"MÄTVÄRDE=":U(I%)
1200 : CUR(3,4):"SKALDELAR IN=":A%
1210 : CUR(4,4):"KANAL NR=":I%
1220 : CUR(5,4):"SKD MAX=":T%(1%,I%)
1230 : CUR(6,4):"SKD MIN=":T%(2%,I%)
1240 : CUR(7,4):"FELKOD":ERRCODE
1250 STOP
1260 REM SUBROUTIN FÖR ATT KOLLA OM DET ÄR DAGS ATT TA UT MÄTVÄRDEN
1270 REM IN Y=STARTTIDPUNKT I SEK OCH S1% SOM ÄR MÄTINTERVALL I SEK
1280 REM OM DET ÄR DAGS SÄTTS Y1%=1 ANNARS SÄTTS DEN LIKA MED NOLL
1290 GOSUB 1750 : REM HÄMTA AKTUELL TID
1300 H0=RIGHT$(NUM$(100%+H%),3%)
1310 M0=RIGHT$(NUM$(100%+M%),3%)
1320 S0=RIGHT$(NUM$(100%+S%),3%)
1330 IF Y>Z1 THEN 1410
1340 IF Y2<Z1 THEN 1440 : REM SLUTTID
1350 REM LARMTID>MOMENTAN TID?

```



```

1360 Y1=Y : REM SPARATIDEN FÖR LAGRING
1370 Y=Y+S1% : REM RÄKNA FRAM NÄSTA TID
1380 Y1%=1
1390 : CUR(0,33);"MÄTNING" : : CHR$(7%)
1400 RETURN
1410 : CUR(0,33);"EJ DAGS"
1420 Y1%=0
1430 RETURN
1440 REM SÄTT SLUTSIGNAL=NEGATIV TID
1450 : #2,-999
1460 CLOSE 2
1470 : CHR$(12)
1480 : CUR(10,10);"MÄTNINGEN SLUTFÖRD"
1490 : CUR(14,2)"FLER MÄTNINGAR MED SAMMA BASDATA" : : : : "(J/N)"; : INPUT M$
1500 IF M$="J" THEN 1510 ELSE CHAIN "MÄT"
1510 : "SÄTT I EN NY SKIVA I DRIV 1." : : : : "ÄR DET KLART (J/N)"; : INPUT A$
1520 IF A$="J" THEN GOSUB 1580 ELSE 1510
1530 GOTO 730
1540 REM REALTIDSKLOCKA
1550 : : : "VILL DU STÄLLA KLOCKAN (J/N)";
1560 INPUT A$
1570 IF A$="J" OR A$="j" THEN GOSUB 1670
1580 : CHR$(12)
1590 GOSUB 1750
1600 H$=RIGHT$(NUM$(100%+H%),3%)
1610 M$=RIGHT$(NUM$(100%+M%),3%)
1620 S$=RIGHT$(NUM$(100%+S%),3%)
1630 : "KLOCKAN ÄR NU ";
1640 : H$:"M$":"S$
1650 :
1660 RETURN
1670 : : : " HH,MM,SS" : INPUT H%,M%,S%
1680 REM DENNA RUTIN SÄTTER TIDEN
1690 Z=H%*3600+M%*60+S%
1700 Z1%=Z*50/256
1710 Z%= NOT (50*(Z-Z1%/50*256))
1720 Z1%= NOT Z1%
1730 POKE 65008%,Z%,Z1%,SWAP%(Z1%)
1740 RETURN

1750 REM LÄSER TIDEN
1760 D%=0
1770 T1%=65008%
1780 IF (PEEK(T1%) AND 4%)=0 THEN 1760
1790 FOR I%=0% TO 2%
1800 Z%(I%)=255% XOR PEEK(T1%+I%)
1810 NEXT I%
1820 Z=((Z%(2%)*256)+Z%(1%))*5.12+Z%(0)/50
1830 IF Z>86400 THEN Z=Z-86400 : D%=D%+1 : GOTO 1830
1840 Z1=Z
1850 H%=INT(Z/3600) : M%=INT((Z-3600*H%)/60)
1860 S%=Z-3600*H%-60*M%
1870 IF D%<>0 THEN GOSUB 1680
1880 RETURN
1890 REM ANALOGA VÄRDEN IN,SUBROUTIN
1900 A=INP(7) : REM NOLLSTÄLL I/O-KORT
1910 OUT 1,17 : REM VÄLJER UT A/D-KORT
1920 OUT 2,I% : REM I% ÄR KANAL 0-32
1930 OUT 3,0 : REM STARTA OMVÄNDLING
1940 FOR Y%=0 TO 20%
1950 IF (INP(1%) AND 128%)=0% THEN A%=(INP(0%)+256*INP(1%)) ELSE 1970
1960 RETURN
1970 NEXT Y%
1980 GOTO 1170
1990 REM VÄRDET 0=<A%=<4096
2000 RETURN
2010 REM ANALOGT MEDELVÄRDE IN
2020 REM ANROPAS MED KANAL=I%
2030 GOSUB 1890
2040 A1%=A% : S%=A% : REM SPARA VÄRDET

```



```

2050 FOR J%=1% TO 2% : 60SUB 1890
2060 IF A%<A1%*.95 OR A%>A1%*1.05 THEN 2030
2070 S%=S%+A% : NEXT J%
2080 A=S%/3 : A%=INT(A+.5)
2090 RETURN
2100 REM SUBROUTIN FÖR SCHEMARITNING
2110 : CHR$(12)
2120 FOR I=0 TO 23
2130 : CHR$(151)
2140 NEXT I
2150 : CUR(0,11):"DOS"
2160 : CUR(1,0):"OIL T= "CHR$(151)
2170 : CUR(1,11):"7###k"CHR$(135)"T"U(0)
2180 : CUR(1,22):CHR$(151)"7###k 6wi"
2190 : CUR(2,1):"#####5 j##7#####5 j#5?k#d"
2200 : CUR(2,24)"WK"
2210 : CUR(2,33):" "" "
2220 : CUR(2,34):"###k"
2230 : CUR(3,11):"#### uPPPPPsssssPrs9P4! j"
2240 : CUR(4,0):"UATTEN T="U(17)
2250 : CUR(4,16):CHR$(151)"5"
2260 : CUR(4,37):"j"
2270 : CUR(5,1):",,,,,,,,,,,,,,,,,,%"CHR$(135)"T="U(11)
2280 : CUR(5,29)"T="U(16)
2290 : CUR(5,36):CHR$(151)"j"
2300 : CUR(6,15):"<.,d P 8,,,,,,,,,"
2310 SETDOT 20,79
2320 : CUR(7,11):"6äi 5 ><.,.,#<.,.,m j"
2330 SETDOT 23,47 : SETDOT 23,59
2340 : CUR(8,1):"7#####7oj#! 5*0 é% *0 é%j j"
2350 : CUR(9,1):"5"
2360 : CUR(9,2):CHR$(135)"T"U(3)
2370 : CUR(9,10):CHR$(151)
2380 : CUR(9,11)" "" "
2390 : CUR(9,12):"#! 5 ###UUX### j"CHR$(135)"T"U(6)

2400 : CUR(9,38):CHR$(151)"n"
2410 : CUR(10,1):"5 ##### j"
2420 : CUR(11,1):"5"CHR$(135)"F="U(24)
2430 : CUR(11,11):CHR$(135)"I="U(23)
2440 : CUR(11,24):"P="U(20)
2450 : CUR(11,31):"I="U(22) : ; CUR(11,38):CHR$(151)
2460 : CUR(11,39):"j"
2470 : CUR(12,1):"5"CHR$(135)"T="
2480 : CUR(12,6):U(1)
2490 : CUR(12,12):U(4)
2500 : CUR(12,18):U(7)
2510 : CUR(12,26):U(5)
2520 : CUR(12,33):U(8)
2530 : CUR(12,38):CHR$(151)"j"
2540 : CUR(13,1):"5 7###k 7###k 7###k 7###k j"
2550 : CUR(14,1):"-,5RK j,,,5BE j,,,5RK j,,,5BE j,,, j"
2560 SETDOT 44,75
2570 : CUR(15,1):"h,uPPPz, uPPPz <uPPPz,, uPPPz j j"
2580 SETDOT 47,17 : SETDOT 47,55
2590 : CUR(16,1):"j 88880j <.,.,%88880Pz éPPPPPPPz j"
2600 : CUR(17,1):"j 5 5j 5 5 55 j"CHR$(135)"P="U(21)
2610 : CUR(17,38):CHR$(151)"j"
2620 : CUR(18,1):"j"CHR$(135)"NH3-IN"U(18)
2630 : CUR(18,14):CHR$(151)
2640 : CUR(18,15):"5"
2650 : CUR(18,16):CHR$(135)"IN"U(19) : ; CUR(18,24)CHR$(151)"557#####5 0 j"
2660 : CUR(19,1):"j"CHR$(135)"UT="U(12) : ; CUR(19,14):CHR$(151)
2670 : CUR(19,14):CHR$(151)"5"
2680 : CUR(19,16):CHR$(135)"UT"U(13)
2690 : CUR(19,24):CHR$(151)
2700 : CUR(19,25):"555 PM uP&éPPPz"
2710 : CUR(20,1)"j,,,,,,,,,%"
2720 : CUR(20,26):"55 5"
2730 : CUR(21,1):"j"CHR$(135)"RU-in="U(14)

```

2740 ; CUR(21,14); "RV-ut="U(15)
2750 ; CUR(21,25); CHR(151)"5##k##!"CHR(135)"F"U(25)
2760 ; CUR(22,1); "j"
2770 ; CUR(22,26); "5 "
2780 ; CUR(22,28); ""
2790 ; CUR(22,29); "o' "CHR(135)"T="U(10)
2800 RETURN

19:5(5)

För kommunikation med externa I/O-enheter finns ett antal in- och utkommandon. Följande tabell ger en sammanställning över olika kommandon.

	Adressnr.	Funktion
Out	0	Ut data
"	1	Kort adressval
"	2	C1 kommando
"	3	C2 "
"	4	C3 "
"	5	C4 "
INP	0	In data
"	1	In status
"	7	Reset I/O-kort

Den använda A/D-omvandlaren har m h a en kodningsplugg på kortet försetts med adressen 17. Instruktionen OUT 1, 17 adresserar följdaktligen A/D-omvandlaren.

För styrning av ADC:n från bussen finns 2 kommandon, C1 och C2. Med C1 kommer de 5 första bitarna att ange MUX-adressen för önskad mätgång, medan den sjätte biten bestämmer in-spänningsområde (0:a ger 0-5 V). Kommando C2 används för att starta omvandlingen från analog signal till digital.

I statusutgången finns två informationskällor:

1. Bitarna 0-3 som är de mest signifikanta bitarna i mätvärdet
2. Bit 7 som har värdet 0 då omvandlingen är klar, 1:a f ö.

De 8 minst signifikanta bitarna i mätvärdet erhålls ur den vanliga datautgången.

Subrutin 1890 använder de beskrivna kommandona för att tilldela variabeln A% ett värde mellan 0-4095. Tilldelnings-satsen 1950 ingår i en loop som ger ADC:n 20 chanser att klara omvandlingen annars sker felutskrift och mätningen upphör.

I subrutin 2010 sker en slags filtrering på så sätt att 3 värden tas in och jämförs. Skiljer sig två närliggande värden åt mer än $\pm 5\%$ görs proceduren om med tre nya värden. Ett medelvärde av de 3 värdena beräknas och får utgöra det mätvärde som kommer att lagras. Med detta förfarande reduceras inverkan av de spikformade störningarna som beskrevs i avsnittet "Signalöverföring och analog filtrering".

Program för framtagning av mätdata i tabellform

Syftet med detta program är att presentera mätdata som skal-
enliga siffror i tabellform. Utskriften kan ske antingen på
bildskärmen eller printern. I tidsbesparande syfte kan man
för printern välja ut två tidpunkter mellan vilka utskrift
kommer att ske. F ö se flödesschema.

Program som plottar en kanal som funktion av tiden på bildskärmen

I programmet initieras 2 tidpunkter mellan vilka man önskar
studera mätvärdet på bildskärmen. För diagramritning på
bildskärmen har använts ett koordinatsystem, innehållande 61
punkter i x-led (d v s punkterna 0-60) och 63 punkter i
y-led.

Då jag velat använda hela diagrammet för grafisk framställ-
ning, d v s åstadkomma att 60 punkter tänds, kommer det
valda tidsintervallet att modifieras på 2 sätt, beroende på
om grundintervallet innehåller mer eller mindre än 61 mät-
värden.

Då antal mätvärden är mindre än 61, modifieras tidsinterval-
let så att talet 60 kommer att bli jämnt delbart med antalet
(mätvärden -1). Detta innebär antal grupper av punkter där
antalet grupper är $60/(\text{antal mätvärden} - 1)$.

Första punkten i varje sådan grupp får sedan representera
det riktiga mätvärdet, medan resten av punkterna åstadkommer
en förbindning till det riktiga mätvärdet i början av nästa
grupp. På detta sätt kommer det att bildas en sammanhängande
kurva i diagrammet.

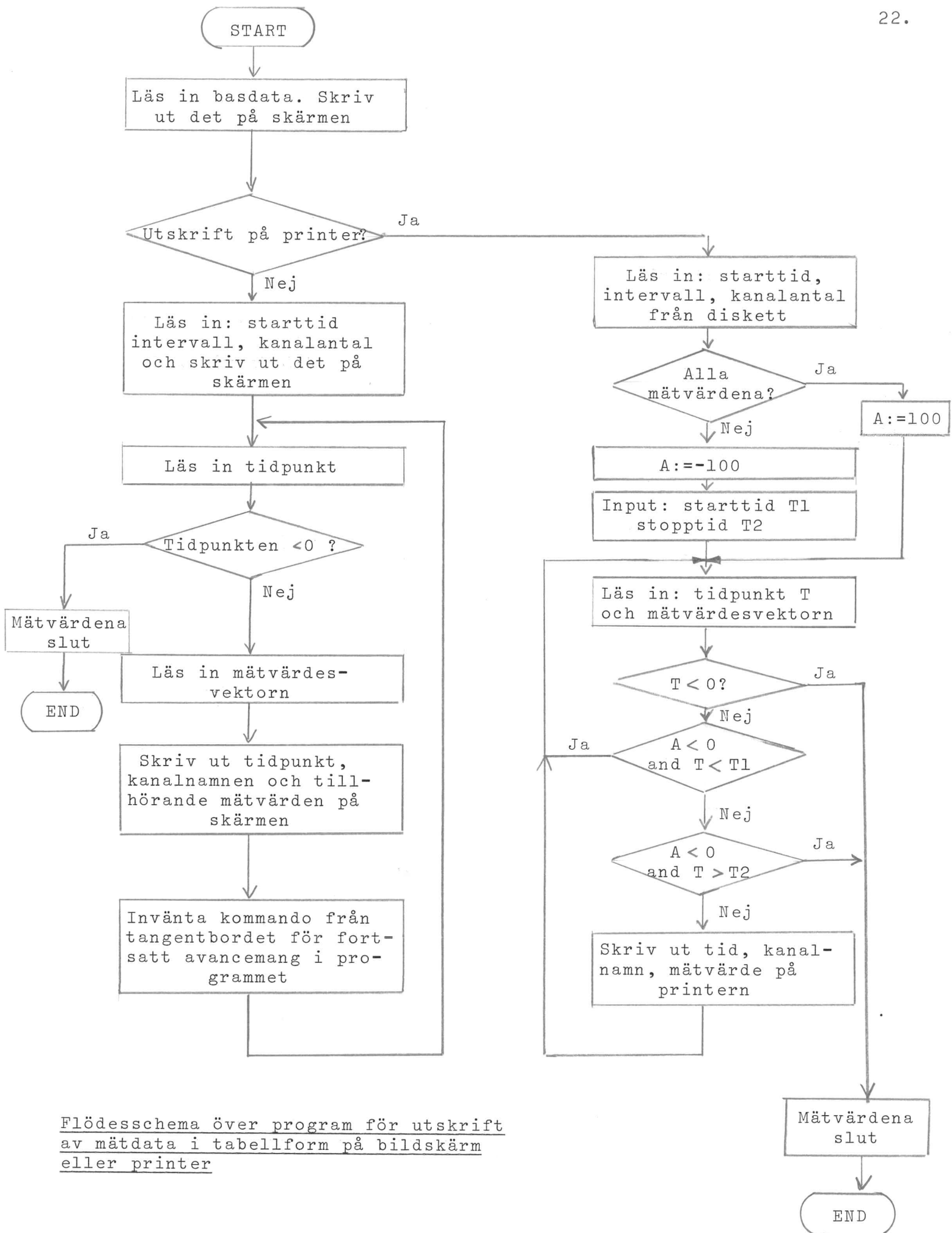
Gränsfallet då antal mätvärden i intervallet = 60, resulterar
i att varje punkt i diagrammet motsvarar ett riktigt
värde. I det fall då antalet mätvärden är större än 61, för-
kortas tidsintervallet så att det kommer att innehålla ett
antal mätvärden som är $A \times 61$, där A är ett positivt heltal
(jämba multiplar av 61). Varje punkt på skärmen kommer då
att motsvar ett medelvärde.

Gradering av tidsaxeln är vald så att intervallets starttid,
mittid och sluttid skrivs ut. Tid-axeln är även försedd med
10 delstreck för att underlätta orienteringen i grafen.

Y-axeln är försedd med 4 delstreck invid vilka tillhörande
skalvärde finns utskrivna.

Program för grafisk representation av kylprofil på bildskärmen

Syftet med detta program är att grafiskt kunna beskriva den
temperaturprofil processmediet har vid en given tidpunkt.
Denna profil erhålls genom att välja ut de temperaturer
(max 7 st) i processkedjan som representerar den önskade
profilen och plotta dessa i en graf. Man erhåller på så sätt
temperaturen som fkn. av läget. I programmet finns
möjligheter att rita två kurvor i samma bild på så sätt kan
grafer från olika tidpunkter jämföras.



Flödesschema över program för utskrift av mätdata i tabellform på bildskärm eller printer

Program för utskrift av mätdata i tabellform på bildskärm eller printer

```
10 REM PROGRAM FÖR ATT TA FRAM MÄTDATA
20 REM GERTH FOHLIN * JULI 80
30 REM GJORT FÖR PROGRAMMET MARIA 6
40 REM SOM SAMLAR IN UPPGIFTERNA
50 REM TILL FLOPPYDISK
60 DIM A$(32)=15,T$(4,32),U(32)
70 I%=0% : REM KANALNUMMER
80 : CHR$(12)
90 : "FINNS SKIVA I DRIVE 1"
100 GET X$ : : CHR$(12)
110 OPEN "DR0:BASEDATA.DAT" ASFILE 1
120 : CHR$(12)
130 INPUT #1,A$(I%)
140 : CUR(2,4);"KANALNR ";I%;" ":A$(I%)
150 IF A$(I%)="SLUT" THEN 270
160 INPUT #1,T$(1,I%)
170 : CUR(3,4);"MÄTVÄRDE MAX. ";T$(1,I%)
180 INPUT #1,T$(2,I%)
190 : CUR(4,4);"MÄTVÄRDE MIN. ";T$(2,I%)
200 INPUT #1,T$(3,I%)
210 : CUR(5,4);"SKALDELAR MAX. ";T$(3,I%)
220 INPUT #1,T$(4,I%)
230 : CUR(6,4);"SKALDELAR MIN. ";T$(4,I%)
240 I%=I%+1%
250 GET X$
260 GOTO 120
270 CLOSE 1 : GET X$ : : CHR$(12)
280 : CUR(11,4)"VILL DU HA UTSKRIFT PÅ PRINTER?(J=JA)"
290 GET X$ : IF X$="J" OR X$="j" THEN 740
300 OPEN "DR1:MÄTVÄRDE.DAT" ASFILE 2
310 INPUT #2,S0,S1,N%
320 : CHR$(12)
330 : CUR(7,4);"ANTALET KANALER=";N%
340 Y=S0 : GOSUB 660
350 : CUR(9,4)"STARTTID:"H%":"M%":"S%"
360 : CUR(11,4)"MÄTINTERVALL="S1"SEK"
370 GET X$
380 : CHR$(12)
```

```

390 REM NU SKALL VI VISA MÄTVÄRDENA
400 GOSUB 560 : REM LÄS IN MÄTVÄRDEN
410 GOSUB 660 : REM SEK TILL H : M : S
420 : CHR$(12)
430 FOR I%=0% TO N%-1%
440 : CUR(1%,4%):"TID:"H%":"M%":"S%
450 J%=I%
460 IF I%>20 THEN J%=I%-20
470 : CUR(J%+3,4%):"KANAL ";I%:"";U(I%);
480 : CUR(J%+3,23):AR(I%);
490 IF I%=20 THEN GET X$
500 IF I%<>20 THEN 530
510 : CHR$(12)
520 : CUR(1%,4%):"TID:"H%":"M%":"S%
530 NEXT I%
540 GET X$
550 GOTO 390
560 REM INLÄSNING AV MÄTVÄRDENA
570 INPUT #2,Y
580 IF Y<0 THEN 630
590 FOR L%=0 TO N%-1%
600 INPUT #2,U(L%)
610 NEXT L%
620 RETURN
630 CLOSE 2
640 : CUR(22,20):"MÄTVÄRDEN SLUT"
650 END
660 REM SUBROUTIN FÖR OMRÄNDNING AV
670 REM SEK. TILL H : M : S
680 H%=INT(Y/3600)
690 M%=INT((Y-3600*H%)/60)
700 S%=Y-3600*H%-60*M%
710 RETURN
720 T=3600*H%+60*M%+S%
730 RETURN
740 : CHR$(12)
750 OPEN "DR1:MÄTVÄRDE.DAT" ASFILE 2
760 INPUT #2,S0,S1,N%
770 : CUR(11,4)"VILL DU SKRIVA ALLA VÄRDENA?"
780 GET X$ : IF X$="J" OR X$="j" THEN 890
790 : CHR$(12)
800 : CUR(11,4)"FRAN VILKEN TIDPUNKT VILL DU BÖRJA SKRIVA?"
810 A=-100
820 INPUT H%,M%,S% : GOSUB 720
830 T1=S0+S1*(INT((T-S0)/S1))
840 : CHR$(12)

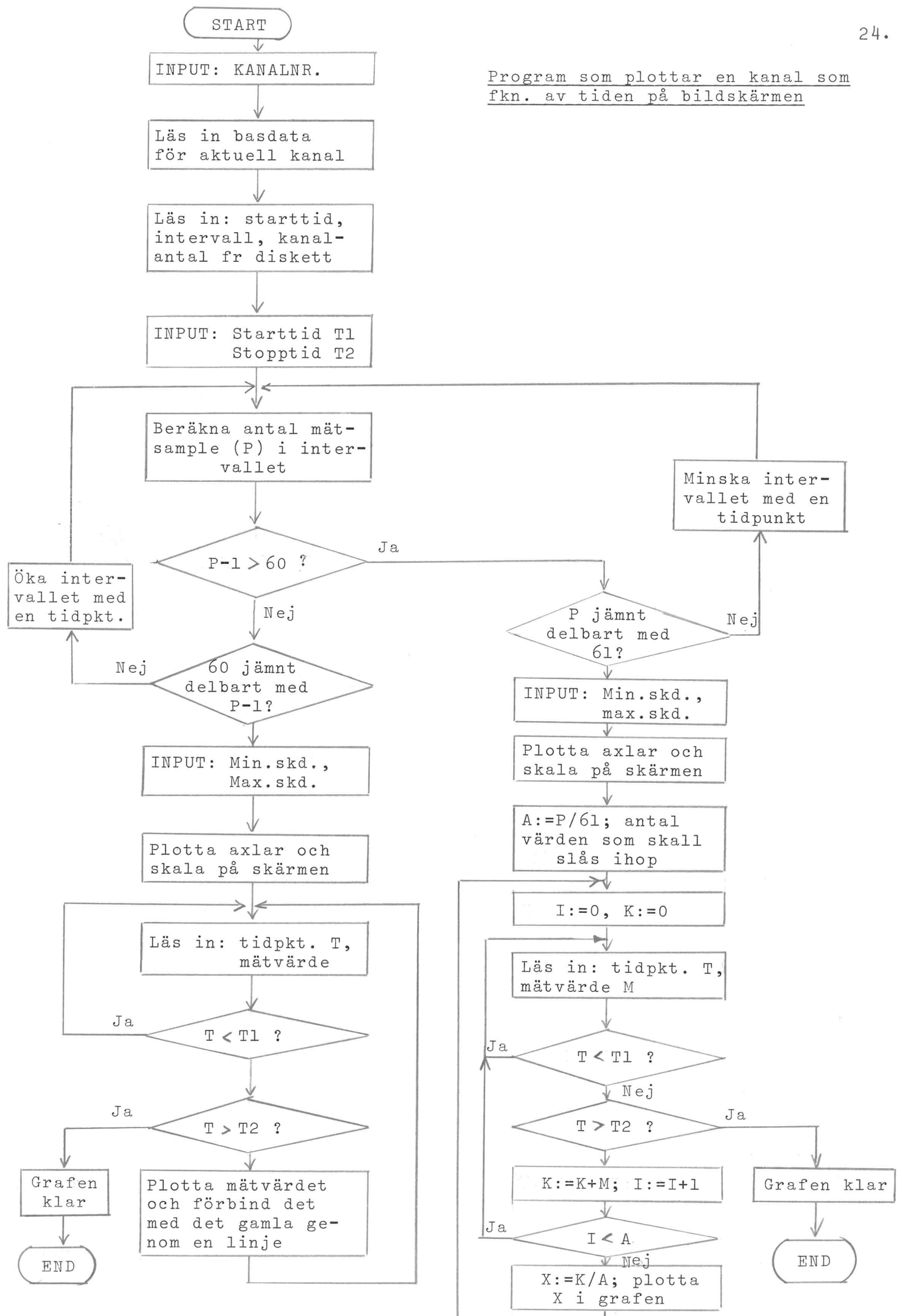
850 : CUR(11,4)"VID VILKEN TIDPUNKT VILL DU STOPPA?"
860 INPUT H%,M%,S% : GOSUB 720
870 T2=S0+S1*(INT((T-S0)/S1))
880 GOTO 900
890 A=100
900 OPEN "PR:" ASFILE 3
910 : CHR$(12)
920 : CUR(11,4)"VILL DU STOPPA PRINTERN"
930 : CUR(13,4)"TRYCKER DU PÅ CTRL OCH C SAMTIDIGT!"
940 REM NU SKALL VI VISA MÄTVÄRDENA
950 GOSUB 1050 : REM LÄS IN MÄTVÄRDEN
960 IF A<0 AND Y<T1 GOTO 940
970 IF A<0 AND Y>T2 GOTO 1120
980 GOSUB 660
990 : #3 : ; #3"TID:"H%":"M%":"S%
1000 FOR I%=0% TO N%-1%
1010 : #3:"KANAL";I% " "AR(I%) " ";INT(U(I%)*100%)/100%
1020 NEXT I%
1030 : #3
1040 GOTO 940
1050 REM INLÄSNING AV MÄTVÄRDENA
1060 INPUT #2,Y
1070 IF Y<0 THEN 1120

```

```
1080 FOR L%=0 TO N%-1%  
1090 INPUT #2,U(L%)  
1100 NEXT L%  
1110 RETURN  
1120 CLOSE 2  
1130 ; #3 : ; #3:"MATVÄRDEN SLUT"  
1140 CLOSE 3  
1150 CHAIN "MAT"
```

23:3(3)

Program som plottar en kanal som
fkn. av tiden på bildskärmen



Program som plottar en kanal som fkn. av tiden på bildskärm

```

10 DIM U(32)
20 REM PROGRAM SOM RITAR EN KANALS
30 REM VARIATION MELLAN TVÅ TIDPUNKTER
40 REM PROGRAMMET ÄR GJORT FÖR MARIA 7
50 REM SOM SAMLAR IN MÄTVÄRDEN
60 REM GERTH FOHLIN, JULI-80
70 : CHR$(12)
80 : "VÄLJ KANAL! (0-31)";
90 INPUT N1%
100 OPEN "DR0:BASDATA.DAT" ASFILE 1
110 FOR J=0 TO N1%
120 INPUT #1, A0, M1, M2, M3, M4
130 NEXT J
140 : CHR$(12)
150 : CUR(6,4)"KANAL";N1% " A0
160 : CUR(8,4)"SKALDELAR MAX";M1
170 : CUR(10,4)"SKALDELAR MIN";M2
180 : CUR(12,4)"MÄTVÄRDE MAX";M3
190 : CUR(14,4)"MÄTVÄRDE MIN";M4
200 CLOSE 1 : GET X0 : : CHR$(12)
210 OPEN "DR1:MÄTVÄRDE.DAT" ASFILE 2
220 : CUR(9,4)"STARTID? (H:M:S)"
230 INPUT #2, S0, S1, N%
240 INPUT H%, M%, S%
250 GOSUB 1370 : REM OMVÄNDLING TILL S
260 T1=S0+S1*(INT((T-S0)/S1))
270 : CUR(14,4)"SLUTTID? (H:M:S)"
280 INPUT H%, M%, S%
290 GOSUB 1370 : REM OMVÄNDLING TILL SEK
300 T2=S0+S1*(INT((T-S0)/S1))
310 P=(T2-T1)/S1 : REM ANTAL PUNKTER I INTERVALLET -1
320 IF P>60 THEN 540
330 IF (INT(60/P)-60/P)=0 THEN 350
340 T2=T2+S1 : GOTO 310

350 GOSUB 740
360 I=-1
370 A=60/P : REM ANTAL PUNKTER MELLAN
380 REM MÄTVÄRDEN+1
390 I=I+1
400 FOR J=0 TO N%
410 INPUT #2, U(J)

```

```

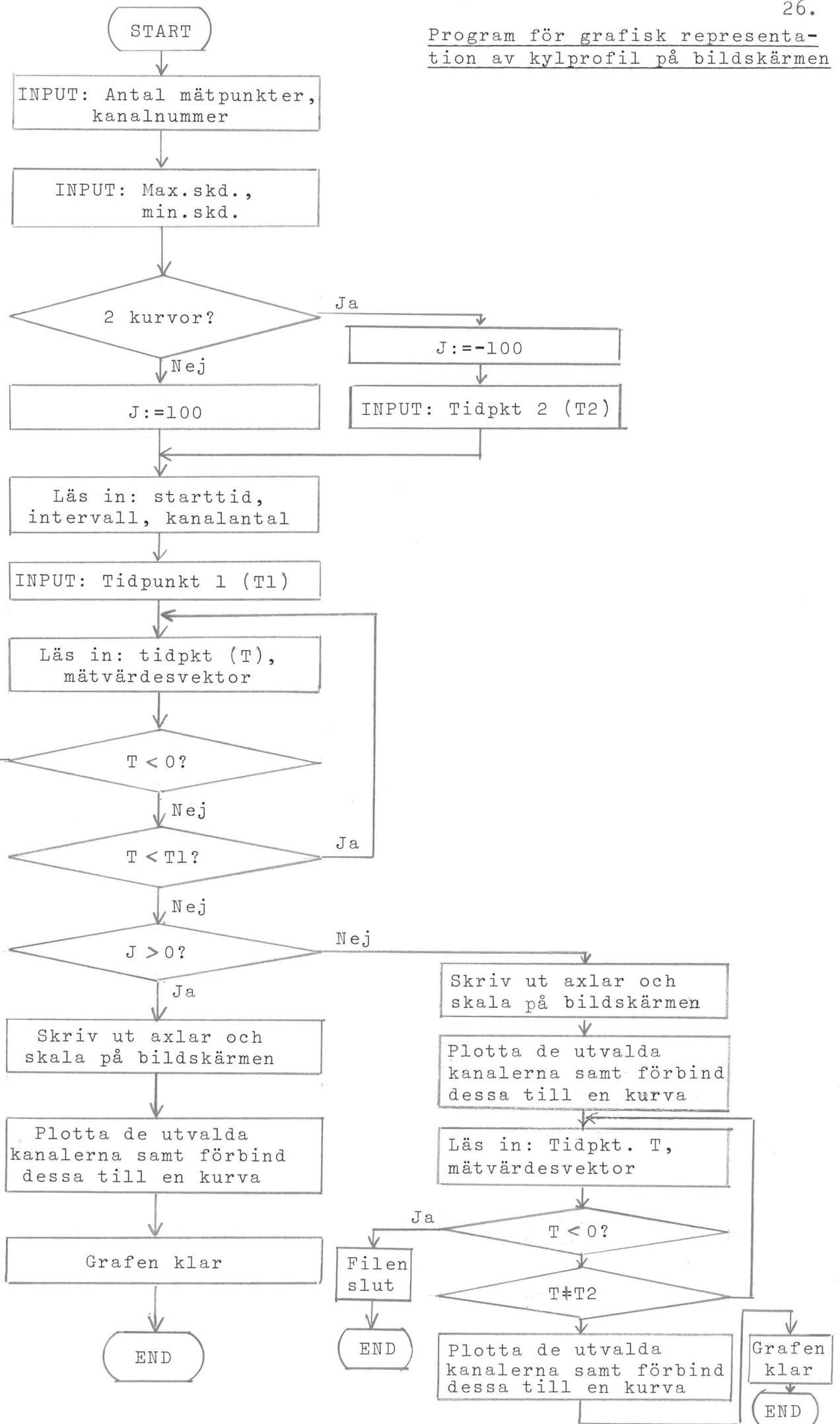
420 IF U(0)<0 THEN 510
430 NEXT J
440 IF U(0)>T2 THEN 510
450 IF U(0)<T1 THEN 400
460 X=U(N1%+1)
470 IF I=0 THEN X1=X
480 IF I=0 THEN K1=10
490 IF I<>0 THEN GOSUB 1150
500 GOTO 390
510 CLOSE 2
520 GET X0
530 GOTO 10
540 IF (INT((P+1)/61)-(P+1)/61)=0 THEN 560
550 T2=T2-S1 : GOTO 310
560 GOSUB 740
570 A=(P+1)/61 : REM ANTAL EFTERKOMMANDE
580 REM VÄRDEN SOM SKALL MEDELVÄRDESBILDAS
590 I1=-1
600 I1=I1+1
610 K=0
620 FOR I=1 TO A
630 FOR J=0 TO N%
640 INPUT #2,U(J)
650 IF U(0)<0 THEN 510
660 NEXT J
670 IF U(0)>T2 THEN 510
680 IF U(0)<T1 THEN 630
690 K=K+U(N1%+1)
700 NEXT I
710 X=K/A : REM MU. UNDER A TIDPUNKTER
720 GOSUB 1260 : REM PLOTTING
730 GOTO 600
740 REM SUBROUTIN FÖR UTSKRIFT AV SKALA
750 REM OCH AXLAR
760 : CHR$(12)
770 : CUR(11,4)"VÄLJ MAX SKD. OCH MIN SKD."
780 INPUT A%,B%
790 : CHR$(12)
800 P1=INT(10*(A%-B%)+.5)/40
810 A1=B%+P1 : A2=B%+2*P1 : A3=B%+3*P1
820 FOR I=0 TO 23
830 : CUR(I,0);CHR$(151)
840 NEXT I
850 FOR K=10 TO 79
860 SETDOT 63,K
870 NEXT K
880 FOR R=0 TO 63
890 SETDOT R,10
900 NEXT R
910 FOR R=3 TO 48 STEP 15
920 SETDOT R,9 : SETDOT R,11
930 NEXT R
940 FOR K=16 TO 70 STEP 6
950 SETDOT 62,K : SETDOT 64,K
960 NEXT K
970 FOR K=10 TO 70 STEP 30
980 SETDOT 61,K : SETDOT 65,K
990 NEXT K

1000 : CUR(1,0);A%;CHR$(151)
1010 : CUR(6,0);A3;CHR$(151)
1020 : CUR(11,0);A2;CHR$(151)
1030 : CUR(16,0);A1;CHR$(151)
1040 : CUR(21,0);B%;CHR$(151)
1050 : CUR(20,36);"TID"
1060 T=T1 : GOSUB 1310
1070 : CUR(22,0);H%:"M%":"S%"
1080 T=(T2-T1)/2+T1 : GOSUB 1310
1090 : CUR(22,14);H%:"M%":"S%"
1100 T=T2 : GOSUB 1310

```

```
1110 : CUR(22,28)H%": "M%": "S%
1120 : CUR(0,17): CHR(135): AR
1130 GET X0
1140 RETURN
1150 REM SUBROUTIN FÖR PLOTTING DÄ P<60
1160 R1=(63-60*((X1-B%)/(A%-B%)))
1170 R=(63-60*((X-B%)/(A%-B%)))
1180 K=10+60*(S1*I/(T2-T1))
1190 L=(R-R1)/(K-K1)
1200 FOR J=0 TO A-1
1210 SETDOT (R1+L*J),K1+J
1220 NEXT J
1230 SETDOT R,K
1240 X1=X : K1=K
1250 RETURN
1260 REM SUBROUTIN FÖR PLOTTING DÄ P>60
1270 R=(63-60*((X-B%)/(A%-B%)))
1280 K=10+I1
1290 SETDOT R,K
1300 RETURN
1310 REM SUBROUTIN FÖR OMUANDLING AV
1320 REM SEK. TILL H : M : S
1330 H%=INT(T/3600)
1340 M%=INT((T-3600*H%)/60)
1350 S%=T-3600*H%-60*M%
1360 RETURN
1370 REM SUBROUTIN FÖR OMUANDLING AV
1380 REM H : M : S TILL SEK.
1390 T=3600*H%+60*M%+S%
1400 RETURN
```

Program för grafisk representation av kylprofil på bildskärmen



```
10 : CHRØ(12)
20 : CUR(11,6):"HUR MÅNGA KANALER SKALL PLOTTAS? (Max 7st.)"
30 INPUT N1
40 IF N1>7 THEN GOTO 20
50 : CHRØ(12)
60 : CUR(11,6):"VILKA KANALER?"
70 FOR S=1 TO N1
80 INPUT A(S)
90 IF A(S)>32 THEN GOTO 60
100 NEXT S
110 : CHRØ(12)
120 DIM U(32)
130 : CUR(11,5):"VÄLJ MAX SKD. OCH MIN SKD."
140 INPUT A%,B%
150 P=INT(10*(A%-B%)+.5)/40
160 A1=B%+P : A2=B%+2*P : A3=B%+3*P
170 : CHRØ(12)
180 : CUR(11,4):"VILL DU JÄMFÖRA 2 TIDPUNKTER"
190 : CUR(12,4):"I SAMMA BILD ?"
200 GET XØ
210 IF XØ="J" OR XØ="j" THEN J1=-100 ELSE J1=100
220 OPEN "DR1:MATVÄRDE.DAT" ASFILE 1
230 INPUT #1,SØ
240 INPUT #1,S1

250 : CHRØ(12)
260 : CUR(11,6):"FRÅN VILKEN TIDPUNKT VILL DU"
270 : CUR(12,6):"BÖRJA PLOTTA"
275 ONERRORGOTO 270
280 : CUR(14,4):" H,M,S" : INPUT H%,M%,S%
290 GOSUB 1110
300 T1=SØ+S1*(INT((T-SØ)/S1))
310 IF J1>0 THEN GOTO 380
320 : CHRØ(12)
330 : CUR(11,6):"VILKEN TIDPUNKT VILL DU"
340 : CUR(12,6):"JÄMFÖRA MED"
350 : "H,M,S" : INPUT H%,M%,S%
360 GOSUB 1110
370 T2=SØ+S1*(INT((T-SØ)/S1))
380 GOTO 820
390 REM SUBROUTIN FÖR PLOTTNING AV
400 REM SKALA OCH AXLAR
410 : CHRØ(12)
420 FOR I=0 TO 23
430 : CUR(I,Ø):CHRØ(151)
440 NEXT I
450 FOR K=11 TO 79
460 SETDOT 63,K
470 NEXT K
480 FOR K=16 TO 76 STEP 10
490 SETDOT 62,K : SETDOT 64,K
500 NEXT K
510 : CUR(1,Ø):A%:CHRØ(151)
520 : CUR(6,Ø):A3:CHRØ(151)
530 : CUR(11,Ø):A2:CHRØ(151)
540 : CUR(16,Ø):A1:CHRØ(151)
550 : CUR(21,Ø):B%:CHRØ(151)
560 FOR R=0 TO 63
570 SETDOT R,11
580 NEXT R
590 FOR R=3 TO 48 STEP 15
600 SETDOT R,10 : SETDOT R,12
610 NEXT R
620 : CUR(22,6):CHRØ(135):A(1)
630 FOR S=2 TO N1
```

```
640 : CUR(22,(6+5*(S-1)));A(S)
650 NEXT S
660 GOSUB 1060
670 : CUR(0,22);CHR(135);"TID:"H%":"M%":"S%
680 R=0 : K=0
690 FOR S=1 TO N1
700 I=A(S)+1
710 R1=R : K1=K
720 R=(63-60*((U(I)-B%)/(A%-B%)))
730 K=16+10*(S-1)
740 SETDOT R,K
750 IF S=1 THEN GOTO 800
760 A=(R-R1)/(K-K1)
770 FOR J=1 TO 9
780 SETDOT (R1+J*A),J+10*(S-1)+6
790 NEXT J
800 NEXT S
810 RETURN
820 INPUT #1,Y : REM ANTAL KANALER
830 FOR J=0 TO Y
840 INPUT #1,U(J)
850 IF U(0)<0 THEN GOTO 980
860 NEXT J
870 IF U(0)<T1 THEN GOTO 830
880 IF J1<0 AND U(0)=T1 THEN GOSUB 400
890 IF J1>0 THEN GOSUB 400 : REM PLOTTING
900 IF J1<0 AND U(0)<>T2 THEN GOTO 830
910 GOSUB 660 : REM PLOTTNING
920 GET X0
930 IF X0="J" OR X0="j" THEN GOTO 830
940 : CHR(12)
950 : CUR(11,6);"PLOTNING AVBRUTEN"
960 CLOSE 1
970 GOTO 1000
980 : CHR(12)
990 : CUR(11,6);"MÄTVÄRDEN SLUT"
1000 : CUR(14,6);"VILL DU GÖRA PLOTTNING"
1010 : CUR(15,6);"FRÅN NY STARTTIDPUNKT";
1020 INPUT X0
1030 IF X0="J" OR X0="j" THEN GOTO 170
1040 CHAIN "MAT"
1050 REM SUBROUTIN FÖR OMVÄNDLING AV S
1060 REM TILL H,M,S
1070 H%=INT(U(0)/3600)
1080 M%=INT((U(0)-3600*H%)/60)
1090 S%=U(0)-3600*H%-60*M%
1100 RETURN
1110 REM SUBROUTIN FÖR OMVÄNDLING
1120 REM AV H,M,S TILL SEKUNDER
1130 T=3600*H%+60*M%+S%
1140 RETURN
```

Program för statistiska beräkningar

Detta är ett program som utför några enklare statistiska beräkningar på insamlade mätvärden. I programmet initieras två tidpunkter som tjänstgör som ändpunkter på ett intervall inom vilket man vill studera mätvärden för en bestämd kanal.

Programmet kan för detta intervall beräkna medelvärde, största och minsta värde, variationsbredd, varians, standardavvikelse, standardavvikelse hos medelvärdet och antal mätvärden.

Variansen har erhållits enligt formeln:

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{n - 1} \cdot \sum_{k=0}^n (X_k - \bar{X})^2$$

Standardavvikelsen hos medelvärdet har erhållits enligt:

$$\sigma_{\bar{x}} = \sigma_x / \sqrt{n};$$

där n är antal mätpunkter. Hur största och minsta värde erhålls förklaras av flödesschemat för programmet, där dessa betecknas med Z2 resp Z1.

De beräknade värdena skrivs ut på bildskärmen och kan kopieras på printern om så önskas.

Till programmets nackdel skall sägas att det tar relativt lång tid att köra, eftersom det krävs två läsningar av mätvärdesfilen för beräkning av variansen. Detta kan naturligtvis elimineras genom att aktuella mätvärden lagras i datorns internminne vid första läsningen varvid tiden för andra läsningen reduceras betydligt. Detta förfarande kan dock ej tillämpas vid stora tidsintervall, eftersom datorns internminne är begränsat.

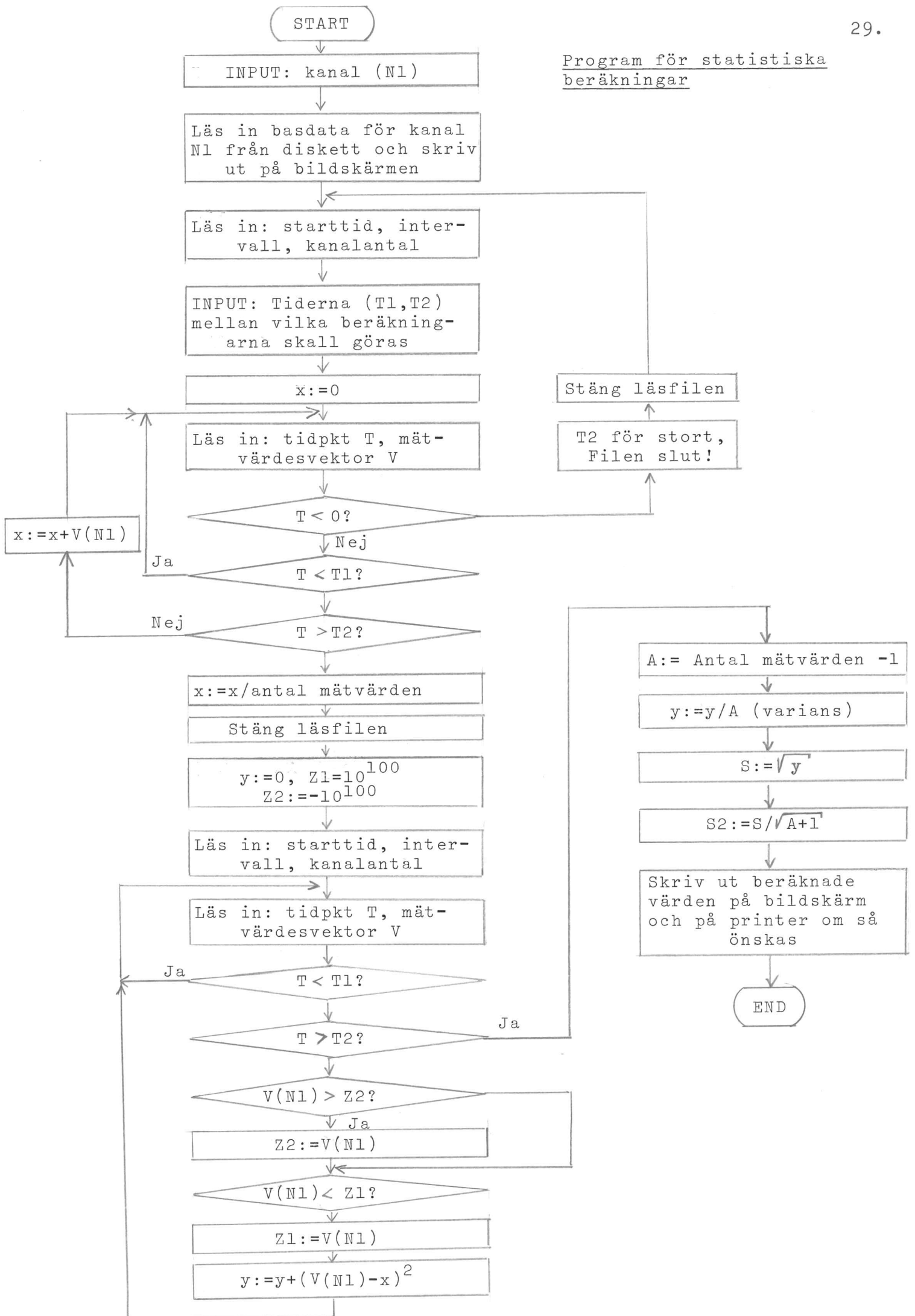
Program för kurvritning på digital plotter

Med hjälp av detta program kan man få upp till 5 kanaler plottade som funktion av tiden på ett löst papper. Kanalerna kan urskiljas på två sätt:

- 1) Pennbyte mellan varje plottning ger färgseparation. Detta ger klart bäst urskiljning dock lämpar sig detta ej för fotostatkopiering.
- 2) Kanalerna representeras med streckade linjer med olika strecklängd för resp kanal.

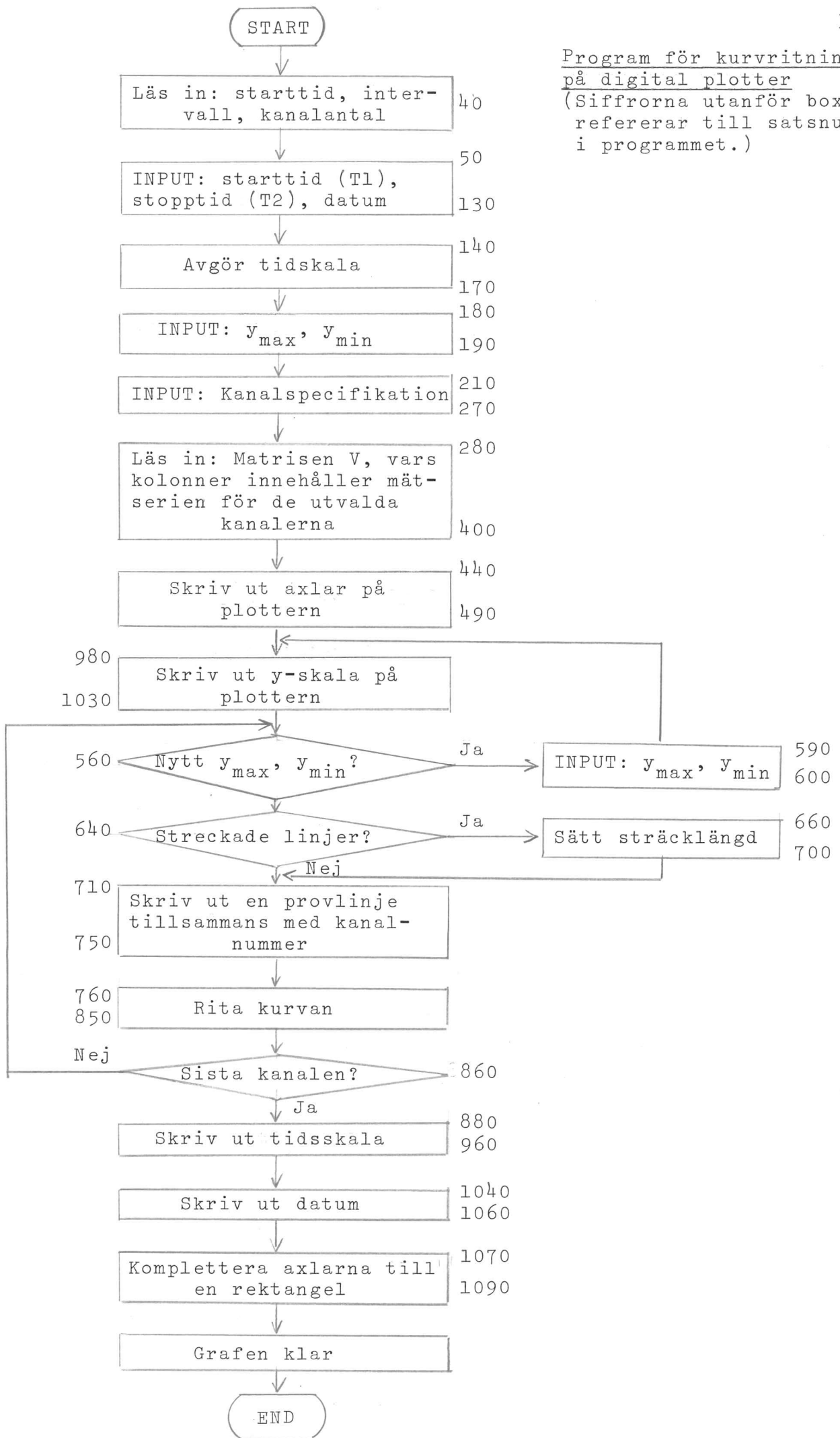
Plottern styrs genom att ASCII-tecken sänds ut på bussen genom den generella drivrutinen "IEC". ASCII-tecknen tolkas enligt en nyckel som redovisas i bilaga.

Program för statistiska beräkningar



```
10 REM DETTA PROGRAM GÖR NÅGRA ENKLA
20 REM STATISTISKA BERÄKNINGAR AV
30 REM MÄTVÄRDEN INSAMLADE AV PROG-
40 REM -RAMMET MARIA 6
50 REM GERTH FOHLIN * JULI * 1980
60 : CHRØ(12)
70 DIM U(32)
80 : CUR(11,4):"VILKEN KANAL ? (0-31)"
90 INPUT N1%
100 OPEN "DR0:BASDATA.DAT" ASFILE 1
110 FOR I%=0 TO N1%
120 INPUT #1,A0,M1,M2,M3,M4
130 NEXT I%
140 : CHRØ(12)
150 : CUR(10,6):"KANAL":N1% "A0
160 : CUR(12,6):"MAX SKD.":M3
170 : CUR(14,6):"MIN SKD.":M4
180 : CUR(16,6):"MÄTVÄRDE MAX":M1
190 : CUR(18,6):"MÄTVÄRDE MIN":M2
200 GET X0
210 : CHRØ(12)
220 CLOSE 1
230 OPEN "DR1:MÄTVÄRDE.DAT" ASFILE 2
240 INPUT #2,S0,S1,N%
250 : CUR(6,4):"MELLAN VILKA TIDPUNKTER VILL"
260 : CUR(7,4):"DU BILDA MEDELVÄRDE? (H:M:S)"
270 : CUR(10,4):"T1=" : INPUT H%,M%,S%
280 T1=3600*H%+60*M%+S%
290 T1=S0+S1*(INT((T1-S0)/S1))
300 : CUR(14,4):"T2=" : INPUT H%,M%,S%
310 T2=S0+S1*(INT((T2-S0)/S1))
320 T2=3600*H%+60*M%+S%
330 X=0
340 FOR I%=0 TO N%
350 INPUT #2,U(I%)
360 IF U(0)<0 THEN 610
370 NEXT I%
380 IF U(0)<T1 THEN 340
390 IF U(0)>T2 THEN 420
400 X=X+U(N1%+1)
410 GOTO 340
420 X=X/((T2-T1)/S1+1)
430 CLOSE 2
440 Y=0 : Z2=-1E+100 : Z1=1E+100
450 OPEN "DR1:MÄTVÄRDE.DAT" ASFILE 2
460 INPUT #2,S0,S1,N%
470 FOR I%=0 TO N%
480 INPUT #2,U(I%)
490 NEXT I%
500 IF U(0)<T1 THEN 470 : IF U(0)>T2 THEN 550
510 IF U(N1%+1)<Z1 THEN Z1=U(N1%+1)
520 IF U(N1%+1)>Z2 THEN Z2=U(N1%+1)
530 Y=Y+(U(N1%+1)-X)*(U(N1%+1)-X)
540 GOTO 470
550 A=(T2-T1)/S1 : REM ANTAL MÄTVÄRDEN-1
560 Y=Y/A : REM VARIANS
570 S=SQR(Y) : REM STANDARDAVVIKELSE
580 S2=S/SQR(A+1) : REM STANDARDAVVIKELSE HOS MEDELVÄRDET
590 CLOSE 2
600 GOTO 680
610 : CHRØ(12)
```

```
620 CLOSE 2
630 : CUR(8,4);"DU HAR VALT FÖR STORT T2,"
640 : CUR(9,4);"FÖRSÖK MED ETT MINDRE VÄRDE!"
650 OPEN "DR1:MÄTVÄRDE.DAT" ASFILE 2
660 INPUT #2,S0,S1,N%
670 GOTO 300
680 : CHR0(12)
690 : CUR(1,4);"KANAL";N1%" "A0
700 : CUR(4,4);"MEDELVÄRDE=";X
710 : CUR(6,4);"STÖRSTA VÄRDE=";Z2
720 : CUR(8,4);"MINSTA VÄRDE=";Z1
730 : CUR(10,4);"VARIATIONSBREDDEN=";(Z2-Z1)
740 : CUR(12,4);"VARIANSEN=";Y
750 : CUR(14,4);"STANDARDAVVIKELSEN=";S
760 : CUR(16,4);"STANDARDAVVIKELSE HOS MEDELVÄRDET=";S2
770 : CUR(19,4);"ANTAL MÄTVÄRDEN=";A+1
780 GET X0 : : CHR0(12)
790 : CUR(11,4);"VILL DU HA UTSKRIFT PÅ PRINTERN? (N=NEJ)"
800 GET X0
810 IF X0="N" OR X0="n" THEN 920
820 OPEN "PR:" ASFILE 3
830 : #3 : : #3"KANAL";N1%"= "A0
840 : #3 : : #3"STÖRSTA VÄRDE=";Z2
850 : #3 : : #3"MINSTA VÄRDE=";Z1
860 : #3 : : #3"VARIATIONSBREDDEN=";Z2-Z1
870 : #3 : : #3"VARIANSEN=";Y
880 : #3 : : #3"STANDARDAVVIKELSEN=";S
890 : #3 : : #3"STANDARDAVVIKELSE HOS MEDELVÄRDET=";S2
900 : #3 : : #3"ANTAL MÄTVÄRDEN="A+1
910 CLOSE 3
920 : CHR0(12)
930 : CUR(11,4);"VILL DU GÖRA EN NY BERÄKNING?(J=JA)"
940 GET X0
950 IF X0="J" OR X0="j" THEN 60
960 CHAIN "MÄT"
```



Program för kurvritning på digital plotter

```

10 : CHR$(12)
20 OPEN "DR1:MÄTVARDE.DAT" ASFILE 1
30 OPEN "IEC:" ASFILE 2
40 INPUT #1,S0,S1,N% : DIM B(N%)
50 : "DATUM FÖR MÄTNINGEN? (DAG,MÅNAD)"
60 INPUT D1%,D2%
70 : CHR$(12)
80 : "MELLAN VILKA TIDPUNKTER VILL DU PLOTTA ?"

90 : "OBS! Intervalllet skall vara mindre än 2 timmar."
100 INPUT H1%,M1%,S1%
110 S3=3600*H1%+60*M1%+S1%
120 INPUT H%,M%,S%
130 S4=3600*H%+60*M%+S%
140 S5=INT((S4-S3)/1800)+1
150 IF S5=1 THEN C=4
160 IF S5=2 THEN C=2
170 IF S5=3 OR S5=4 THEN C=1
180 : "YMAX=" : INPUT Y2
190 : "YMIN=" : INPUT Y1
200 : CHR$(12)
210 : "HUR MÅNGA KANALER VILL DU PLOTTA?"
220 INPUT M% : DIM K(M%)
230 : "VILKA?"
240 FOR I%=1 TO M%
250 INPUT K(I%)
260 K(I%)=K(I%)+1
270 NEXT I%
280 A%=((S4-S3)/S1)+1
290 DIM U(A%,M%) : T=0
300 FOR I%=0 TO N%
310 INPUT #1,B(I%)
320 IF I%=0 AND B(I%)<0 THEN 410
330 NEXT I%
340 IF B(0)<S3 THEN 300
350 IF B(0)>S4 THEN 410
360 T=T+1
370 FOR J%=1 TO M%
380 U(T,J%)=B(K(J%))
390 NEXT J%
400 GOTO 300
410 : CHR$(12)
420 : "ÄR PLOTTERN KLAR?"
430 GET X0
440 : #2,"H"
450 : #2,"L0"
460 : #2,"M 0,200"
470 : #2,"X1,600,6"
480 : #2,"M0,200"
490 : #2,"X0,200,10"
500 Z=0
510 FOR J%=1 TO M%
520 : CHR$(12)
530 : "NU HAR DU CHANSEN ATT BYTA PENNA!"
540 : "TRYCK PÅ VALFRI TANGENT NÄR DU ÄR KLAR"
550 GET X0
560 : "VILL DU ÄNDRA Y-SKALNINGEN?"
570 GET A0 : IF A0<>"J" THEN 620
580 Z=Z+1
590 : "YMAX=" : INPUT Y2
600 : "YMIN=" : INPUT Y1
610 GOSUB 980
620 : CHR$(12)
630 IF J%=1 THEN GOSUB 980

```

```
640 IF J%=1 THEN : "STRECKADE LINJER?" : GET Y%
650 IF Y%<>"J" THEN 710
660 IF J%=2 THEN : #2, "L1"
670 IF J%=2 THEN : #2, "B10"
680 IF J%=3 THEN : #2, "B16"
690 IF J%=4 THEN : #2, "B22"
700 IF J%=5 THEN : #2, "B28"
710 Y%=2550-(J%-1)*70
720 : #2, "M 2800,"Y%"
730 : #2, "D 2900,"Y%"
```

```
740 K=K(J%)-1
750 : #2, "P KANAL "K"
760 : #2, "M0,200"
770 FOR I%=1 TO T
780 Y%=INT(((U(I%, J%)-Y1)/(Y2-Y1))*2000)+200
790 IF Y%>2200 THEN Y%=2200
800 IF Y%<10 THEN Y%=10
810 X%=INT((I%-1)*C*10)
820 IF X%>3600 THEN 860
830 IF I%=1 THEN : #2, "M"X%", "Y%"
840 : #2 "D"X%", "Y%"
850 NEXT I%
860 NEXT J%
870 CLOSE 1
880 : #2, "M 0,125"
890 : #2, "P"H1%": "M1%": "S1%"
900 IF S5=3 THEN S5=4
910 M2%=M1%+S5*30 : H2%=H1% : S2%=S1%
920 IF M2%<60 THEN 950
930 M2%=M2%-60 : H2%=H2%+1
940 GOTO 920
950 : #2, "M 3300,125"
960 : #2, "P"H2%": "M2%": "S2%"
970 GOTO 1040
980 E=Z*300
990 : #2, "M"E", 2400"
1000 : #2, "P YMAX="Y2"
1010 : #2, "M"E", 2320"
1020 : #2, "P YMIN="Y1"
1030 RETURN
1040 : #2, "M 1000,2400"
1050 : #2, "S8"
1060 : #2, "P DATUM:"D1%"/"D2%"
1070 : #2, "M 0,2200"
1080 : #2, "L0"
1090 : #2, "D 3600, 2200, 3600, 200"
1100 : " VILL DU GÖRA EN KOPIA?"
1110 GET X% : IF X%="J" THEN 410
1120 CLOSE 2
1130 END
```

Plotterns utstyringsområde är 360 mm i x-led och 260 mm i y-led med steg om 0,1 mm. Således förfogar man över ett koordinatsystem med 3600 steg i x-led och 2600 steg i y-led. Grafens origo har lagts i (0,200).

Eftersom samplings tiden 20 s genomgående har använts är programmet avsett för denna tid och kan ej användas utan modifikation för någon annan tid.

Prov på programmets förmåga ges senare då resultaten av mätningarna redovisas.

Program för redigering av tidsserier

Detta program är avsett för att skapa tidsserier som kan användas av ett senare program som beräknar korskovariansen mellan två tidserier.

I programmet kan man korrigera mätserierna så att helt uppenbara felaktigheter (t ex de förut beskrivna spikarna) byts ut mot ett troligare värde, t ex mätvärdet vid föregående sample.

Efter en eventuell redigering kan man bilda ett valfritt antal differenser mellan specificerade kanaler. Detta är av speciellt intresse då man önskar undersöka korrelationen mellan påförd kylning och temperaturdifferensen över bearbetningsenheter.

De redigerade tidsserierna och differensserierna lagras på en fil på systemskivan. Värdena lagras på skivan såsom raderna ur en matris bestående av tids- och differensserierna som kolumner. I början på filen lagras denna matris kolumn och radantal. Denna lagringsfil skapas genom att en ny programrad tillfogas programmet vid uppstart.

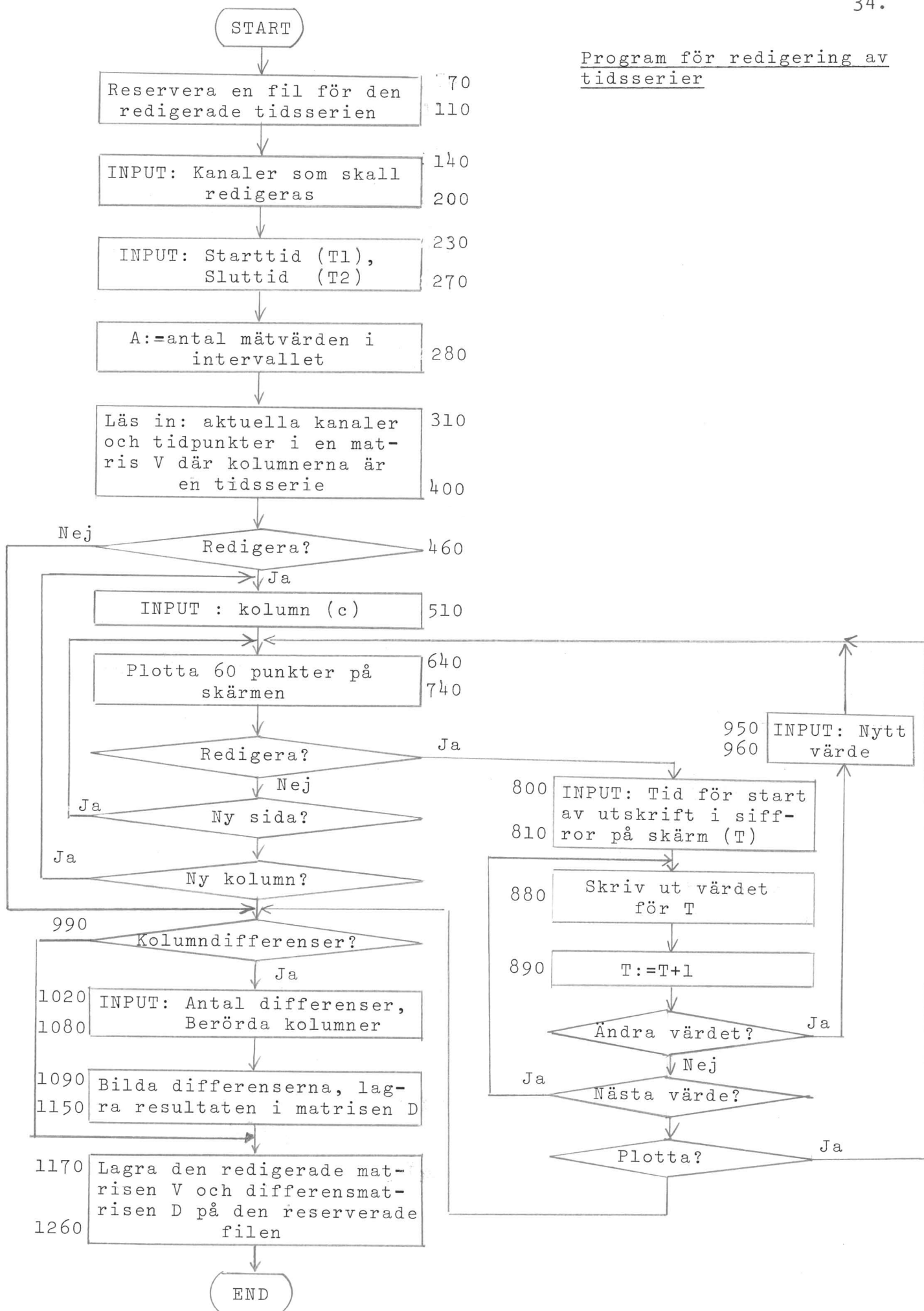
Med anledning av att den nyskapade filen kan bli ganska stor bör man se till att överflödiga filer är borttagna innan programmet startas.

Programmet är självinstruerande så tillvida att förklaringar till möjliga faciliteter sker under körningens gång. Vid redigering plottas den aktuella kanalen på bildskärmen varvid man kan avgöra huruvida korrigering är önskvärd eller inte.

Program för beräkning av korskorrelation

Med detta program är det möjligt att beräkna korskorrelationen mellan två tidsserier x och y preparerade av det tidigare beskrivna redigeringsprogrammet.

Program för redigering av
tidsserier



Program för redigering av tidserier

```

10 REM redigeringsProgram för tidserier
20 : CHR$(12)
30 : "HAR DU RESERVERAT DATAFIL OCH STADAT BIBLIOTEKET?!!!!!!!"
40 GET X$: IF X$="J" THEN 130
50 : CHR$(12) : : "KÖR PROGRAMMET LIB OCH KONTROLLERA VILKA FILER DU VILL TA BORT."
60 : "TA BORT DEM GENOM ATT SKRIVA : UNSAVE FILNAMN."
70 : "DÄREFTER RESERVERAR DU EN FIL DÄR DU LAGRAR DE REDIGERADE TIDSERIERNA "
80 : "GENOM ATT SKRIVA : "
90 : "1155 PREPARE #DR0:FILNAMN# AS FILE1"
100 : "TECKNET # SKALL SKRIVAS SOM APPOSTROF"
110 : "GÖR SEDAN OMSTART AV DETTA PROGRAM"
120 GOTO 1290
130 : CHR$(12)
140 : "HUR MÅNGA KANALER ÄR DU INTRESSERAD AV ?"
150 INPUT M% : DIM A(M%+1)
160 : "VILKA?"
170 FOR I%=1 TO M%
180 INPUT A(I%)
190 A(I%)=A(I%)+1
200 NEXT I%
210 OPEN "DR1:MÄTVARDE.DAT" ASFILE 1
220 INPUT #1,S0,S1,N%
230 : "ANGE MELLAN VILKA TIDPUNKTER DU VILL REDIGERA"
240 : "STARTTID=" : INPUT H%,M,S%

250 S3=3600*H%+60*M+S%
260 : "STOPPTID=" : INPUT H%,M,S%
270 S4=3600*H%+60*M+S%
280 A%=((S4-S3)/S1)+1

```

```

290 DIM U(A%,M%) : DIM M(N%)
300 A=0
310 FOR I%=0 TO N%
320 INPUT #1,M(I%)
330 NEXT I%
340 IF M(0)<S3 THEN 310
350 IF M(0)>S4 OR M(0)<0 THEN 410
360 A=A+1
370 FOR I%=1 TO M%
380 U(A,I%)=M(A(I%))
390 NEXT I%
400 GOTO 310
410 : "TIDSERIERNA FÖR RESP. KANAL ÅTERFINNS NU SOM KOLUMNER I MATRISEN U."
420 : "TIDSANGIVELSEN FINNS I MATRISENS FÖRSTA KOLUMN."
430 CLOSE 1
440 GET X0
450 : CHR0(12)
460 : "VILL DU REDIGERA?"
470 GET X0
480 IF X0="N" THEN 980
490 : CHR0(12)
500 : "VÄLJ FÖR TIDSERIEN MOTSVARANDE KOLUMN"
510 INPUT C
520 : CHR0(12)
530 : "NU KOMMER TIDSERIEN ATT PLOTTAS PÅ SKÄRMEN MED 60 PUNKTER/SIDA."
540 : "KOMMANDOT P INNEBÄR NY SIDA"
550 : "KOMMANDOT E BETYDER EXIT"
560 : "KOMMANDOT R INNEBÄR REDIGERA"
570 : "KOMMANDOT N BETYDER NY KANAL"
580 GET X0
590 : CHR0(12)
600 : "NYTT YMAX OCH YMIN ?" : GET X0
610 IF X0<>"J" THEN 640
620 : CUR(11,4)"VÄLJ YMAX OCH YMIN"
630 INPUT Y1,Y2
640 T=0
650 GOSUB 1300 : REM PLOTTNING AV AKLAR OCH SKALA
660 FOR I%=T TO 60+T
670 IF I%>A% THEN 730
675 ONERRORGOTO 600
680 R=63-60*((U(I%,C)-Y2)/(Y1-Y2))
690 IF R>63 OR R<0 THEN R=63
700 K=11+I%-T
710 SETDOT R,K
720 NEXT I%
730 T=T+60
740 GET X0
750 IF X0="E" THEN 980
760 IF X0="P" THEN 650
770 IF X0="N" THEN 490
780 IF X0<>"R" THEN 740
790 : CHR0(12)
800 : "F.O.M. VILKET TICK VILL DU HA UTSKRIFT?"
810 INPUT T1
820 : CHR0(12)
830 : "KOMMANDOT F BETYDER INGEN ÄNDRING FORTSÄTT."
840 : "KOMMANDOT Å BETYDER ÄNDRA."
850 : "KOMMANDOT E BETYDER EXIT"
860 : "KOMMANDOT S BETYDER PLOTTA"
870 : "KOMMANDOT F BETYDER FORTSÄTT"
880 : "TICK" T1="U(T1,C)

890 T1=T1+1
900 GET X0
910 IF X0="F" THEN 880
920 IF X0="E" THEN 980
930 IF X0="S" THEN 520
940 IF X0="Å" THEN 950
950 : "NYTT VÄRDE?"
960 INPUT U(T1-1,C)

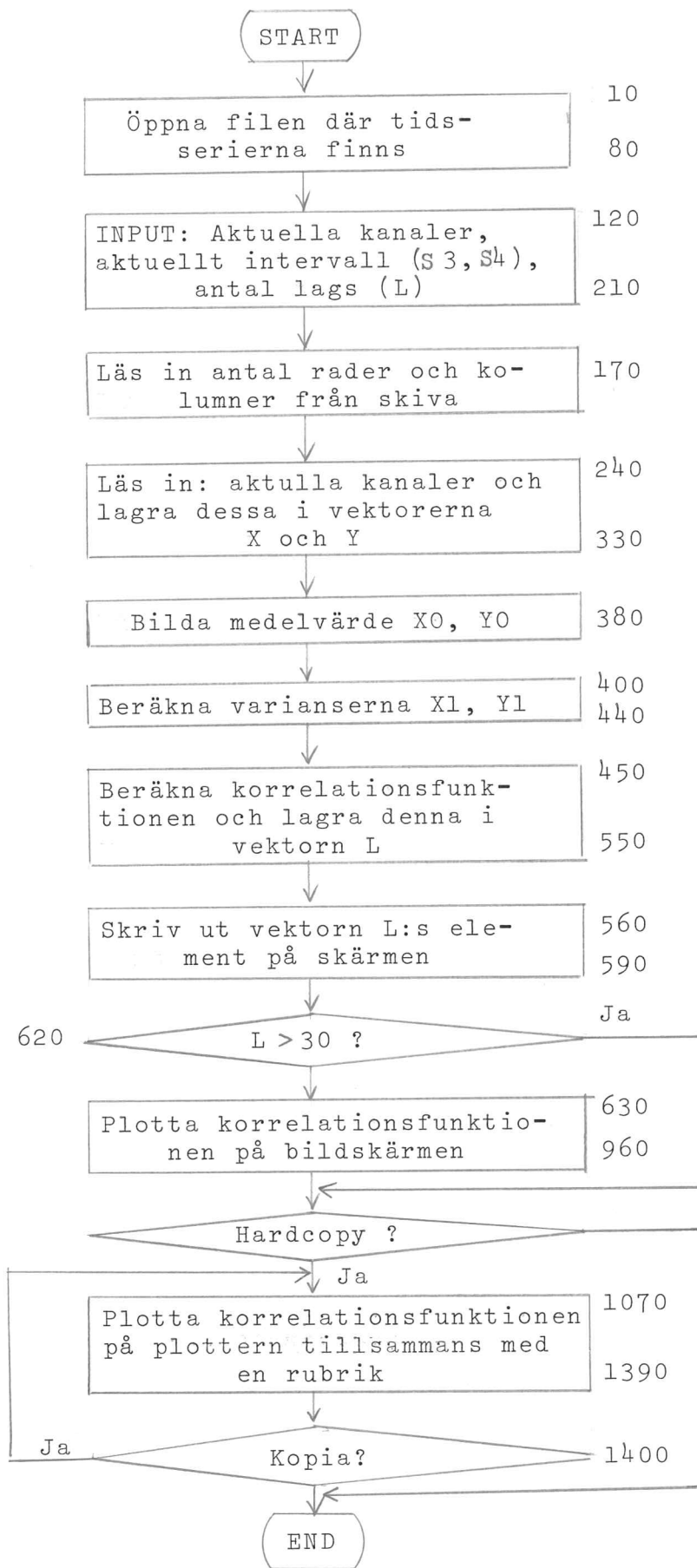
```

```

970 GOTO 520
980 : CHR$(12)
990 : "VILL DU BILDA DIFFERENSEN MELLAN NÅGRA KOLUMNER?"
1000 GET X$
1010 IF X$<>"J" THEN K%=0 : GOTO 1155
1020 : "HUR MÅNGA DIFFERENSER?"
1030 INPUT K%
1040 DIM D(A%,K%) : DIM S(K%*2)
1050 FOR I%=1 TO 2*K%-1 STEP 2
1060 : "KOLUMN1-KOLUMN2 ?"
1070 INPUT S(I%),S(I%+1)
1080 NEXT I%
1090 FOR I%=1 TO A%
1100 P=0
1110 FOR J%=1 TO 2*K%-1 STEP 2
1120 P=P+1
1130 D(I%,P)=U(I%,S(J%))-U(I%,S(J%+1))
1140 NEXT J%
1150 NEXT I%
1155 PREPARE "DR0:D2C" ASFILE 1
1160 : CHR$(12)
1170 K1%=K%+M%
1180 : #1,A% : : #1,K1% : REM ANTAL RADER OCH KOLUMNER
1190 FOR I%=1 TO A%
1200 FOR J%=1 TO M%
1210 : #1,U(I%,J%)
1220 NEXT J%
1225 IF K%=0 THEN 1260
1230 FOR J%=1 TO K%
1240 : #1,D(I%,J%)
1250 NEXT J%
1260 NEXT I%
1270 CLOSE 1
1290 END
1300 REM SUBRUTIN RÖR PLOTTNING AV SKALA OCH AXLAR
1310 : CHR$(12)
1320 P1=INT(10*(Y1-Y2)+.5)/40
1330 A1=Y2+P1 : A2=Y2+2*P1 : A3=Y2+3*P1
1340 FOR I%=0 TO 23
1350 : CUR(I%,0)CHR$(151)
1360 NEXT I%
1370 FOR K=10 TO 79
1380 SETDOT 63,K
1390 NEXT K
1400 FOR R=0 TO 63
1410 SETDOT R,10
1420 NEXT R
1430 FOR R=3 TO 48 STEP 15
1440 SETDOT R,9 : SETDOT R,11
1450 NEXT R
1460 FOR K=16 TO 70 STEP 6
1470 SETDOT 62,K : SETDOT 64,K
1480 NEXT K
1490 FOR K=10 TO 70 STEP 30
1500 SETDOT 61,K : SETDOT 65,K
1510 NEXT K
1520 : CUR(1,0)Y1;CHR$(151)

1530 : CUR(6,0)A3;CHR$(151)
1540 : CUR(11,0)A2;CHR$(151)
1550 : CUR(16,0)A1;CHR$(151)
1560 : CUR(21,0)Y2;CHR$(151)
1570 : CUR(20,36);"TICK"
1580 : CUR(22,0)T
1590 : CUR(22,19)T+30
1600 : CUR(22,34)T+60
1610 : CUR(0,17);CHR$(135)"KOLUMN"C
1620 RETURN

```



Program för beräkning av
korskorrelation mellan
två kanaler

```

10 : CHRØ(12)
20 REM BERÄKNING AV KORS-KORRELATION
30 : "HAR DU ÖPPNAT LÄSFILEN?" : GET XØ
40 IF XØ="J" THEN 90
50 : "FILEN SKALL ÖPPNAS I SATS NR:100"
60 : "SOM FIL 1"
70 : "GÖR SEDAN ÖMSTART AV PROGRAMMET!"
80 GOTO 1000
90 :
100 OPEN "DRØ:D1C" ASFILE 1
110 : CHRØ(12)
120 : "VILKA KOLUMNER VILL DU KORRELLERA?"
130 INPUT X,Y
140 : " MELLAN VILKA TICK VILL DU GÖRA KORRELLATIONEN?"
150 INPUT S3
160 INPUT S4
170 INPUT #1,R% : INPUT #1,K%
180 A%=(S4-S3)
190 DIM X(A%+2) : DIM Y(A%+2)
200 : "HUR MÅNGA LAGS VILL DU HA MED?(MAX 39)"
210 INPUT L%
220 A=Ø : XØ=Ø : YØ=Ø : G=Ø
230 DIM U(K%)
240 FOR I%=1 TO K%
250 INPUT #1,U(I%)
260 NEXT I%
270 A=A+1
280 IF A<S3 THEN 240
290 IF A>S4 THEN 340
300 G=G+1
310 XØ=XØ+U(X) : X(G)=U(X)
320 YØ=YØ+U(Y) : Y(G)=U(Y)
330 GOTO 240
340 A%=A%+1
350 REM A%=ANTAL MÅTPUNKTER I INTERVALLET
360 DIM L(2*L%+1)
370 CLOSE 1
380 XØ=XØ/A% : YØ=YØ/A%
390 X1=Ø : Y1=Ø
400 FOR I%=1 TO A%
410 ÖMERRORGOTO 1010
420 X1=X1+((X(I%)-XØ)*(X(I%)-XØ))/(A%-1)
430 Y1=Y1+((Y(I%)-YØ)*(Y(I%)-YØ))/(A%-1)
440 NEXT I%
450 FOR I%=Ø TO 2*L%
460 S%=I%-L%
470 K%=A%-L% : REM ANTAL PRODUKTER
480 IF 1>(1-S%) THEN K1%=1 ELSE K1%=1-S%
490 IF K%>(K%-S%) THEN K2%=K% ELSE K2%=K%-S%
500 R=Ø
510 FOR J%=K1% TO K2%
520 R=R+(X(J%)-XØ)*(Y(J%+S%)-YØ)
530 NEXT J%
540 L(I%)=R/(K%*SQØ(X1*Y1))
550 NEXT I%

560 : CHRØ(12)
570 FOR I%=Ø TO 2*L%
580 : L(I%)
590 NEXT I%
600 GET XØ
610 : CHRØ(12)
620 IF L%>30 THEN 970
630 FOR I%=Ø TO 23
640 : CUR(I%,Ø)CHRØ(151)
650 NEXT I%

```

```

660 FOR K%=10 TO 79
670 SETDOT 63;K%
680 NEXT K%
690 FOR R%=0 TO 63
700 SETDOT R%,10
710 NEXT R%
720 FOR R%=3 TO 48 STEP 15
730 SETDOT R%,11 : SETDOT R%,9
740 NEXT R%
750 FOR K%=17 TO 71 STEP 6
760 SETDOT 62;K% : SETDOT 64%;K%
770 NEXT K%
780 SETDOT 61,41 : SETDOT 65,41
790 : CUR(1,0)" 1";CHR0(151)
800 : CUR(6,0)" .5";CHR0(151)
810 : CUR(11,0)" 0";CHR0(151)
820 : CUR(16,0)"-.5";CHR0(151)
830 : CUR(21,0)"-1";CHR0(151)
840 : CUR(22,0)" "
850 : CUR(22,3)"-30"
860 : CUR(22,35)"30"
870 K1=11+30-L%
880 FOR I%=0 TO 2*L%
890 Z=L(I%)
900 IF L(I%)>1 THEN Z=1
910 IF L(I%)<-1 THEN Z=-1
920 R1=33-INT(Z*30)
930 SETDOT R1,K1
940 K1=K1+1
950 NEXT I%
960 GET X0
970 : CHR0(12)
980 : "HARDCOPY?" : GET X0
990 IF X0="J" THEN GOSUB 1070
1000 END
1010 : CHR0(12)
1020 : "A%="A%
1030 : "X0="X0
1040 : "Y0="Y0
1050 : "X1="X1
1060 : "Y1="Y1
1070 REM SUBROUTIN F0R HARDCOPY
1080 OPEN "IEC:" ASFILE 3
1090 DIM X0=30
1100 : "RUBRIK ?" : INPUT X0
1110 L1%=INT(L%/20)+1 : REM SKALVAL
1120 : "AR PLOTTERN KLAR?"
1130 : #3,"H" : : #3,"M 100,100"
1140 : #3,"X1, 240,10"
1150 : #3,"M 100,100"
1160 : #3,"X0, 160,10"
1170 : #3,"M 100,900" : : #3,"X1,240,10"
1180 : #3,"M2500,100"
1190 : #3,"D 2500,1700,100,1700"
1200 IF L1%=1 THEN B%=(20-L%)*60 : C=60

1210 IF L1%=2 THEN B%=(40-L%)*30 : C=30
1220 FOR I%=0 TO 2*L%
1230 X=INT(B%+I%*C)+100 : Y=INT(100+800*(1+L(I%)))
1240 IF I%=0 THEN : #3,"M"X","Y : GOTO 1280
1250 IF Y<100 THEN Y=100
1260 IF Y>1700 THEN Y=1700
1270 : #3,"D"X","Y
1280 NEXT I%
1290 : #3,"M 50,25"
1300 : #3:"P"(-20)*L1%
1310 : #3,"M 1275,25"
1320 : #3,"P 0"
1330 : #3,"M 2450,25"
1340 : #3,"P"20*L1%

```

```
1350 ; #3,"M 0,100" : ; #3,"P-1"  
1360 ; #3,"M 0,900" : ; #3,"P 0"  
1370 ; #3,"M 0 ,1700" : ; #3,"P 1"  
1380 ; #3,"M 1100,1750"  
1390 ; #3,"P"XØ  
1400 ; CHRØ(12) : ; "KOPIA ?" : GET YØ  
1410 IF YØ="J" THEN 1070  
1420 RETURN
```

Korskorrelationen beräknas enligt formeln:

$$\rho_{xy}(\tau) = \frac{R_{xy}(\tau)}{\sqrt{\sigma_x^2 \cdot \sigma_y^2}}$$

där σ_x^2 och σ_y^2 är respektive series varians.

Kovariansfunktionen $R_{xy}(\tau)$ erhålls ur skattningen :

$$R_{xy}(\tau) = \frac{1}{k} \sum_{j=\max(1, 1-\tau)}^{\max(k-\tau, k)} (x_j - \bar{x})(y_{j+\tau} - \bar{y}) \quad (-L \leq \tau \leq L)$$

K betecknar här antalet mätvärden i serien minus antal önskade lags. x_j och y_j är j:te elementet i respektive serie.

Resultatet erhålls först som utskrift av siffervärden på bildskärmen varefter motvarande kurva plottas. En papperskopia kan erhållas om så önskas via plottern.

FÖRSÖKSUPPLÄGGNING

Syftet med de försök som gjordes var i första hand att fastställa huruvida det var möjligt att framställa en bättre slutprodukt, samt att undersöka processens beteende för en given slutprodukt.

Före varje försök upprättades ett protokoll som innehöll information om aktuella processbetingelser samt vilka processparametrar som skulle förändras under mätningen. I samma protokoll kunde sedan införas tidsangivelser för de utförda ändringarna samt eventuella kommentarer över produktens utseende vid förpackningen.

Efter varje genomförd förändring togs ett provpaket som lagrades en given tid i en given temperatur och sedan testades med de metoder som beskrevs i början.

De processparametrar som kunde varieras var följande:

1. Produktflöde
2. Ingående emulsionstemperatur
3. Temperatur NH₃-RK1
4. Flöde-NH₃-RK1
5. Temperatur NH₃-RK2
6. Flöde NH₃-RK2
7. Rotorvatten temp.
8. Temp.-följevärme

Av de uppräknade var de 6 första flitigast föremål för observation.

De utförda förändringarna var av stegkaraktär och processen tilläts att stabilisera sig innan prov togs och nya ändringar gjordes.

Den ovan beskrivna typen av mätning leddes av en process-tekniker som sedemera gjorde utvärdering av insamlade mät-data.

En annan typ av försök gjordes i syfte att upptäcka en eventuell korrelation mellan parametrar. Vid dessa försök varierades endast en parameter. Karaktären hos variationen var slumpmässig i försök att efterlikna lågfrekvent brus.

RESULTAT AV MÄTNINGAR

Som tidigare omnämnts gjordes merparten av mätvärdesanalysen av en processtekniker varför en ingående analys av resultaten kommer att utelämnas i detta arbete. I bilaga redovisas resultaten av en försökskörning utförd den 13/7-81. Syftet med denna mätning var bl a att studera emulsionstemperaturens inverkan på produkten. Ett otal körningar av likartad karaktär gjordes i avseende att utsätta produkten för olika kylprofiler. En genomgående observation från dessa mätningar var att om produkten utsattes för en kraftig nerkylning nedbringades temperaturdifferensen över den externa bearbetningsenheten. Speciellt märkbart var detta om produkten utsattes för en stor kyleffekt i rörkylare 1. Extrema kylförhållanden på bägge rörkylarna tillsammans med ett litet produktflöde resulterade i att ingen temperaturdifferens kunde upptäckas över den externa bearbetningsenheten. Under dessa förhållanden blev dock produktens konsistens så lös att den med svårighet kunde paketeras. Detta extremkörda margarin lagrades föreskriven tid och testades efter gängse mönster. En viss tveksamhet uppstod dock huruvida detta färdiglagrade margarin var i besittning av några förbättrade egenskaper.

Kompletterande undersökningar m h a korrelationsanalys påbörjades i slutskedet av detta arbete. Ett tiotal försök gjordes där endast en parameter varierades åt gången. Denna parameters genomslagskraft på andra parametrar analyserades m h a en beräkningsalgoritm som byggde på beräkning av kors-korrelationsfunktionen mellan två tidserier. Beräkningsarbetet utfördes av datorn och presenterades i kurvform m h a plottern.

Antalet försök var för få för att dra några definitiva slutsatser, dock noterades en del intressanta fenomen. Bl a styrktes det tidigare funna sambandet mellan stor kyleffekt på rörkylare 1 och temp.differens över extern bearbetningsenhet. För övrigt kunde genomgående en starkt negativ korrelation observeras mellan ovan nämnda kyleffekt och temp.differensen mellan de 2 första bearbetningsenheterna. Vid observation av korrelationstopparnas avstånd till nollpunkten befanns detta vara relativt konstant så länge produktflödet ej ändrades, då produktflödet ökade ökade även detta avstånd.

Detta förhållande ger utrymme för spekulation huruvida detta fenomen kan utnyttjas i någon form av automatisk flödesregistrering. Naturligtvis skulle man i så fall använda sig av betydligt kortare sampletider och känsligare mätsensorer.

Angående korrelationskurvornas utseende gav de i de flesta fallen prov på utseendet hos en jämn funktion. (Detta är ett krav för att en funktion skall få kallas korrelationsfunktion.) I många fall antog de också skepnaden av en $\sin x/x$ -funktion. Anledningen till detta torde härröra från att den slumpmässiga parametervariationen varit ganska smalbandig i frekvenshänseende. (Det är ganska svårt att erhålla en bredbandig stokastisk signal då en människa ska skapa den genom att vrida på en ventil!)

Funktionerna avtog ej heller då argumentet ökade vilket har sin förklaring i att man använder sig av skattningar som har den egenskapen att kunna vara periodiska trots att den verkliga korrelationen är noll. Denna effekt minskas om man använder sig av längre tidserier.

I bilaga redovisas ett försök med den beskrivna korrelationstekniken.

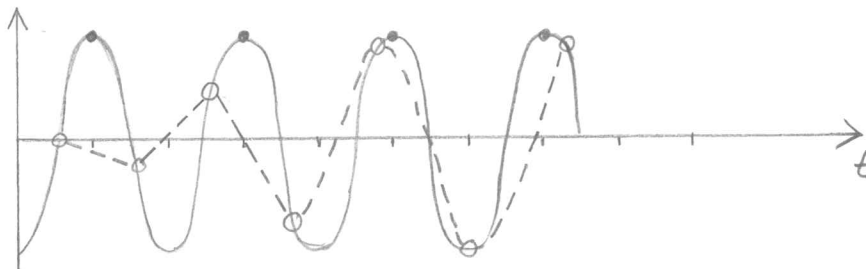
SLUTSATS

Genom studium av mätresultat har man kunnat skönja en ganska trög process med få inslag av störningar. De kraftigaste störningar som observerats har härstammat från temperaturregleringen på rörkylare 2 som haft en benägenhet att självsvänga. I bilaga, försökskörning den 13/7-81, ges bevis på detta (se kanal 13). Detta är ett fenomen som snarast bör åtgärdas.

En störningslös process tillsammans med det faktum att ingen eller inga parametrar definitivt kunnat påvisas inverka på den slutgiltiga produktens beskaffenhet gör det svårt att avgränsa ett reglertekniskt problem.

ALIAS EFFEKT

Betrakta nedanstående figur:



Den heldragna sinusformiga kurvan antas vara en signal som är föremål för mätning. Antag först att kurvan samplas i de punkter som markeras av fyllda ringar. I detta fallet är samplingsfrekvensen identisk med signalfrekvensen. Som synes resulterar detta i att den samplade signalen inte kommer att innehålla någon frekvens alls.

I fall 2 (de ofyllda ringarna) samplas signalen med en frekvens något större än halva signalfrekvensen. Enligt figuren medför även detta att den samplade signalen ej återger den korrekta frekvensen.

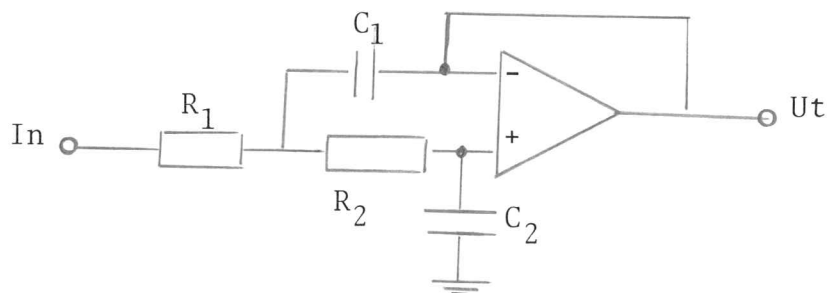
Vi definierar Nyquist-frekvensen som : $f_n = \frac{1}{2}f_s$ (f_s är samplingsfrekvensen).

Samplingsteoremet säger då att frekvenser som överstiger Nyquist-frekvensen kommer att i den samplade signalen representeras av en frekvens mindre än Nyquist-frekvensen (Alias-frekvens). Detta illustreras av exemplet ovan.

Vetskapen om detta fenomen ger anledning till att eliminera de frekvenser som överstiger Nyquist-frekvensen i den signal som skall samplas. Detta görs m h a analog filtrering av mätsignalen.

ANALOGT LP-FILTER

Dimensioneringen utgick från följande aktiva LF-filter av andra ordningen.



Om den relativa dämpningen ζ sätts till $\frac{\sqrt{3}}{2}$ kommer ingen översläng att uppträda vid brytfrekvensen. Komponentvärdena kan då beräknas enligt följande relationer:

$$C_1 = \frac{R_1 + R_2}{\omega_0 R_1 R_2 \cdot \sqrt{3}} \quad ; \quad C_2 = \frac{\sqrt{3}}{\omega_0 (R_1 + R_2)}$$

Där ω_0 är den önskade brytfrekvensen som enligt samplings-teoremet skall vara halva samplingsfrekvensen. I vårt fall kunde man välja samplingstid vid uppstart av systemet dock användes $T_s = 20$ s genomgående vid alla mätningar processen.

$$\text{Detta gav; } \omega_0 = 2\pi f_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{2T_s} = \frac{\pi}{20} = 0,157$$

Som operationsförstärkare valdes den beprövade 741.

Med $R_1 = R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ blev kondensatorerna

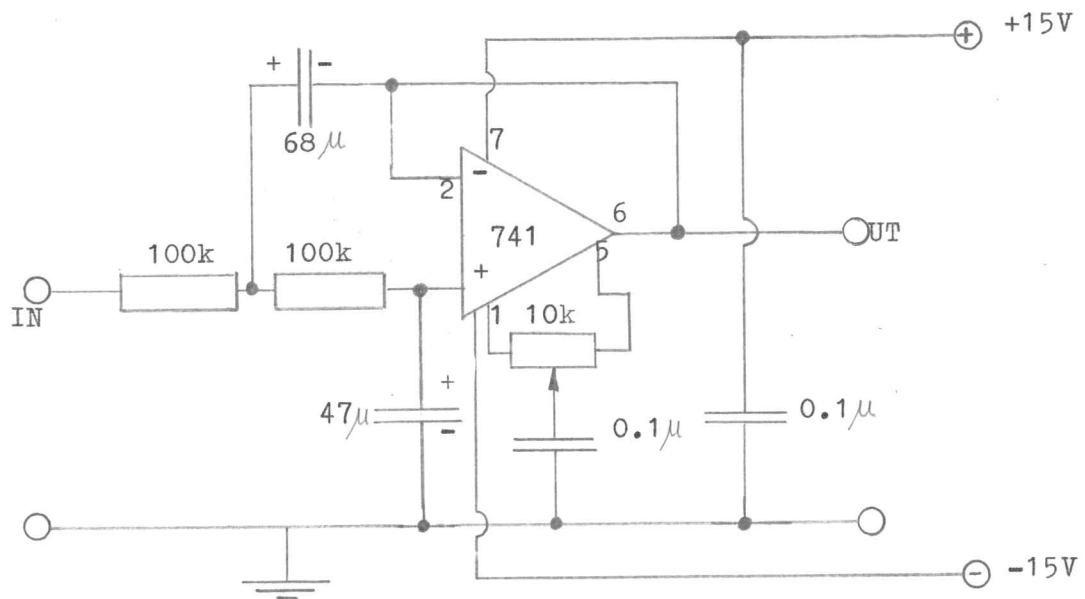
$$C_1 = 73.5 \text{ }\mu\text{F} \text{ och } C_2 = 55.2 \text{ }\mu\text{F}.$$

Med korrektion till standardvärden:

$$C_1 = 68 \text{ }\mu\text{F} \ ; \ C_2 = 47 \text{ }\mu\text{F} \text{ (Tantalelektrolyter)}$$

Det skall tilläggas att försök med större motståndsvärden gjordes men då uppstod problem med off-set spänningar på utgången varför motstånden fastlades till $100 \text{ k}\Omega$.

Ett komplett kopplingschema följer nedan.



Denna koppling testades och befanns ha en brytfrekvens vid ca 0,028 Hz vilket motsvarar en periodtid på 36 s.

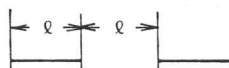
Instruktionsnyckel för digital plotter

Table 1. Plotting commands

Command name	Input format	Function (All coordinates are integers in units of 0.1 mm)
LINE TYPE	Lp (Terminator)	Sets type of line for vector drawing; p = 0 indicates a solid line, and p = 1 indicates a broken line. Once specified, the same line type is maintained until reset. However, when the power is switched on the solid line setting is always assumed. This setting affects the DRAW and RELATIVE DRAW commands.
LINE SCALE	Bℓ (Terminator)	Specifies the pitch of a broken line. The lengths of the line segments and gaps are both equal to ℓ, which must be not more than 127; thus the pitch is actually 2ℓ. Once specified, the setting holds until reset. LINE SCALE and LINE TYPE commands may appear independently. (See note 1.)
DRAW	D x ₁ , y ₁ , x ₂ , y ₂ x _n , y _n (Terminator).	If (x ₀ , y ₀) is the present position, draws series of vectors: (x ₀ , y ₀) → (x ₁ , y ₁) → (x ₂ , y ₂) → ... → (x _n , y _n) Here all points x _i , y _i are specified in absolute coordinates by up to 4-digit integers. In other words (100, 100) represents the point x = 10mm, y = 10mm. (See note 2 on vector interpolation)
MOVE	M x, y (Terminator)	Moves with the pen up to position (x, y) in absolute coordinates. If a series of points x ₁ , y ₁ , x ₂ , y ₂ , x _n , y _n are specified as for the DRAW command, the pen performs the same movement with the pen raised.
RELATIVE DRAW	I Δx ₁ , Δy ₁ , Δx ₂ , Δy ₂ Δx _n , Δy _n (Terminator)	If (x ₀ , y ₀) is the present position, draws a series of vectors: (x ₀ , y ₀) → (x ₀ + Δx ₁ , y ₀ + Δy ₁) → (x ₀ + Δx ₁ + Δx ₂ , y ₀ + Δy ₁ + Δy ₂) → ... → (x ₀ + $\sum_{n=1}^n \Delta x_i$, y ₀ + $\sum_{n=1}^n \Delta y_i$) In other words, the parameters specify the increments for each vector rather than the absolute coordinates.
RELATIVE MOVE	R Δx, Δy (Terminator)	Moves with the pen up from present position (x ₀ , y ₀) to (x ₀ + Δx, y ₀ + Δy). As for RELATIVE DRAW, a series of increments may be specified.
AXIS	X p, q, r (Terminator)	Draws a coordinate axis; p = 0 specifies a Y axis, and p = 1 specifies an X axis. (The axes must be parallel to the axes of the plotter.) A segment of length q is drawn, and then a graduation; this is repeated r times. For example, if X1, 150, 6 is specified, an axis is drawn in the X direction with 6 segments of length 15mm, making a total length of 90mm. When the axis is completed, the pen remains down and waits for the next command. (See note 3 for example.)
HOME	H (Terminator)	Returns with the pen raised to the origin set when power was turned on. Thus this command is equivalent to M0, 0 except that if the alarm lamp is on, it goes off when the HOME command is obeyed, and the pen returns to the origin.

Command name	Input format	Function (All coordinates are integers in units of 0.1 mm)
ALPHA SCALE	S_n (Terminator)	Specifies the size of characters and marks, by an integer from 0 to 15. Characters are 7 units high and 4 units wide, with a space 3 units wide between characters. Thus each character fits in a square of side 7 units, where a unit is specified by $(n + 1) \times 0.1$ mm. For example, for $n = 0$, the characters are 0.7 mm x 0.4 mm, with 0.3 mm spacing, and for $n = 14$, they are $(0.7 \times 15 =) 10.5$ mm x $(0.4 \times 15 =) 6$ mm, with $0.3 \times 15 = 4.5$ mm spacing. When marks are drawn, their size is determined similarly: the basic size, 0.4 mm square is multiplied by $n + 1$. Once specified, the character size remains the same until reset. Initially, when power is switched on, the setting $n = 3$ is assumed.
ALPHA ROTATE	Q_n (Terminator)	The orientation of characters is specified by n , which is an integer in the range 0 to 3. The direction of writing is rotated anticlockwise from the X-axis through 0° for $n = 0$, 90° for $n = 1$, 180° for $n = 2$ and 270° for $n = 3$. ALPHA SCALE and ALPHA ROTATE commands may appear independently. Once specified the character orientation is constant until reset; when the power is switched on, $n = 0$ is always assumed.
PRINT	$P C_1 C_2 C_3 \dots C_n$ (Terminator)	The character string $C_1 C_2 \dots C_n$ is drawn. Codes, other than hexadecimal 00 to 0D, which do not map into printable characters are ignored. (for example, DLE, NAK, SYN, ETB) Spaces, however, are left blank in the normal way. There are a total of 95 printing characters. (See Table 2.)
MARK	N_n (Terminator)	Draws the special symbol (mark) specified by n , which is an integer from 1 to 6: $1 = \bullet$, $2 = \diamond$, $3 = \square$, $4 = \triangle$, $5 = \otimes$, $6 = \oplus$. The magnification factor specified by the ALPHA SCALE command also applies to marks. (See note 5)

Note 1. Broken lines : The parameter ℓ of the LINE SCALE command (B) defines the pitch thus : —



Although the line segments and the gaps are the same length, the ink spread may make the gaps appear shorter.

KANALNUMMRENS MOTSVARIGHET I VERKLIGHETEN

NR	MÄTOBJEKT	OMRÅDE	ENHET
0	TEMP-OLJA	65-40	°C
1	TEMP-EFTER RK1	25-0	°C
2	RESERV	55-30	°C
3	TEMP FÖRE RK1	50-25	°C
4	TEMP MELLAN BEAR.	30-5	°C
5	TEMP EFTER RK2	25-0	°C
6	TEMP RETUR	30-5	°C
7	TEMP INNAN RK2	30-5	°C
8	EFTER EXT.BEARBETNING	25-0	°C
9	RESERV	65-40	°C
10	TEMP PACKMASKIN	25-0	°C
11	TEMP VVX MITT	65-40	°C
12	TEMP NH ₃ RK1	0--25	°C
13	TEMP NH ₃ RK2	0--25	°C
14	TEMP ROTORV. IN	60-0	°C
15	TEMP ROTORV. UT	60-0	°C
16	TEMP FÖRE VVX	60-0	°C
17	TEMP VATTENFAS	60-0	°C
18	TEMP NH ₃ -RK1-IN	0--25	°C
19	TEMP NH ₃ -RK2-IN	0--25	°C
20	TRYCK EFTER RK2	200-0	kp/cm ²
21	TRYCK FÖRE PACKMASKIN	10-0	kp/cm ²
22	STRÖM BEAR.	60-0	A
23	STRÖM RK	200-0	A
24	RESERV		
25	FLÖDE PACKMASKIN	180-0	Askar/min

Tid	Produkt- flöde (ton/h)	Emulsion- temp. (°C)	Temp-NH ₃ RK1 (°C)	Flöde-NH ₃ RK1 (%)	Temp-NH ₃ RK2 (°C)	Flöde NH ₃ RK2 (%)
11.25	2.34	28	- 8	40	-12	60
11.30	2.34	28	-14	40	-12	60
11.39	2.34	28	-14	80	-12	60
11.46	2.34	40	-14	80	-12	60
11.52	2.34	40	-14	40	-12	60
12.00	2.34	40	- 8	40	-12	60
12.11	2.34	34	-14	60	-14	80
12.18	2.97	34	-14	60	-14	80
12.33	3.28	34	-14	60	-14	80
12.40	3.60	34	-14	60	-14	80
12.50	3.92	34	-14	60	-14	80

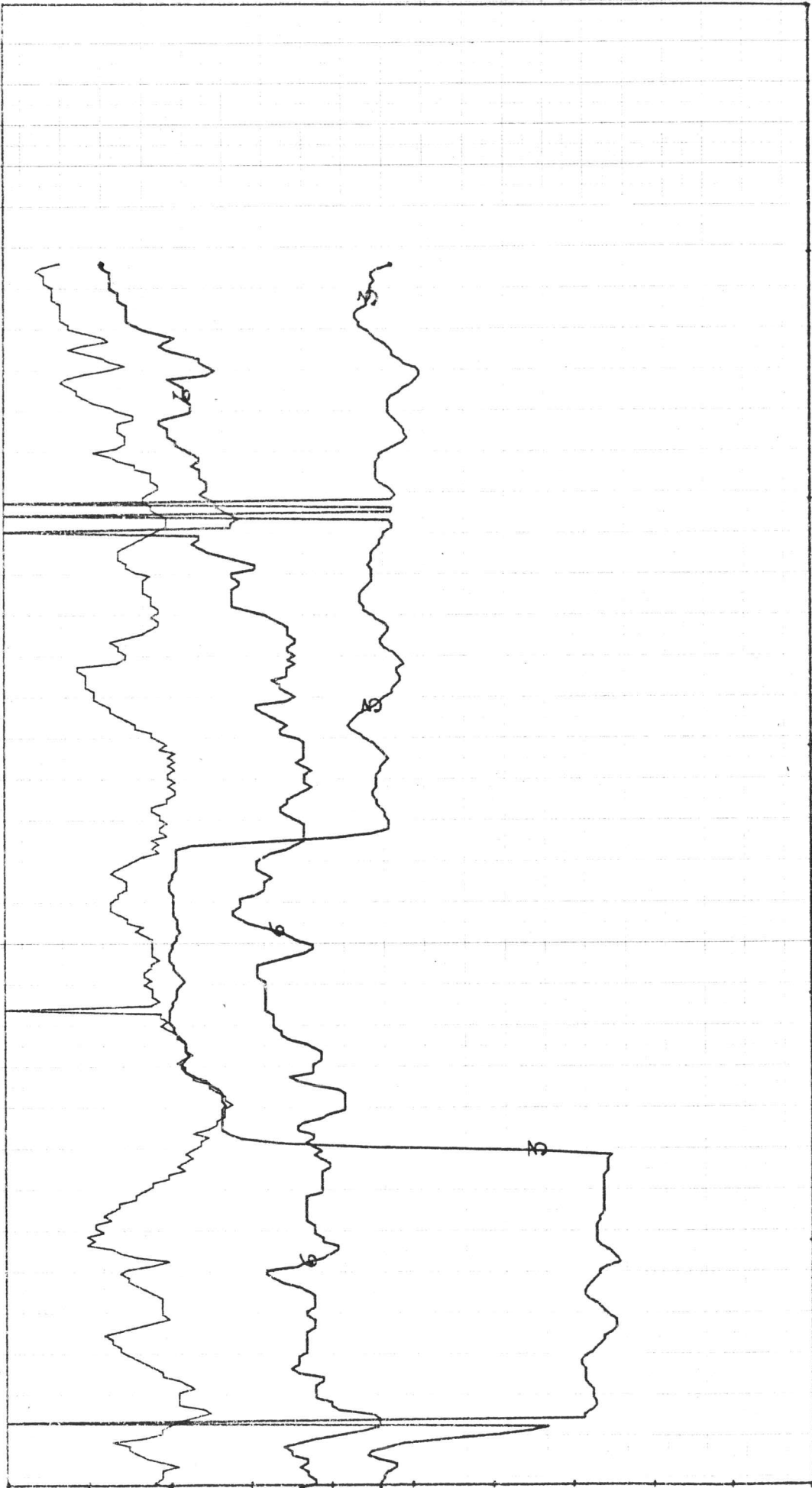
Tabell över genomförda ändringar vid försökskörning den 13/7-81.

(Angående sorten för ammoniakflöde avses procent av maximalt flöde)

KANAL 3
KANAL 6
KANAL 10

DATUM: 13/ 7

YMAX= 45 YMAX= 16
YMIN= 25 YMIN= 6



11: 20: 0

13: 20: 0

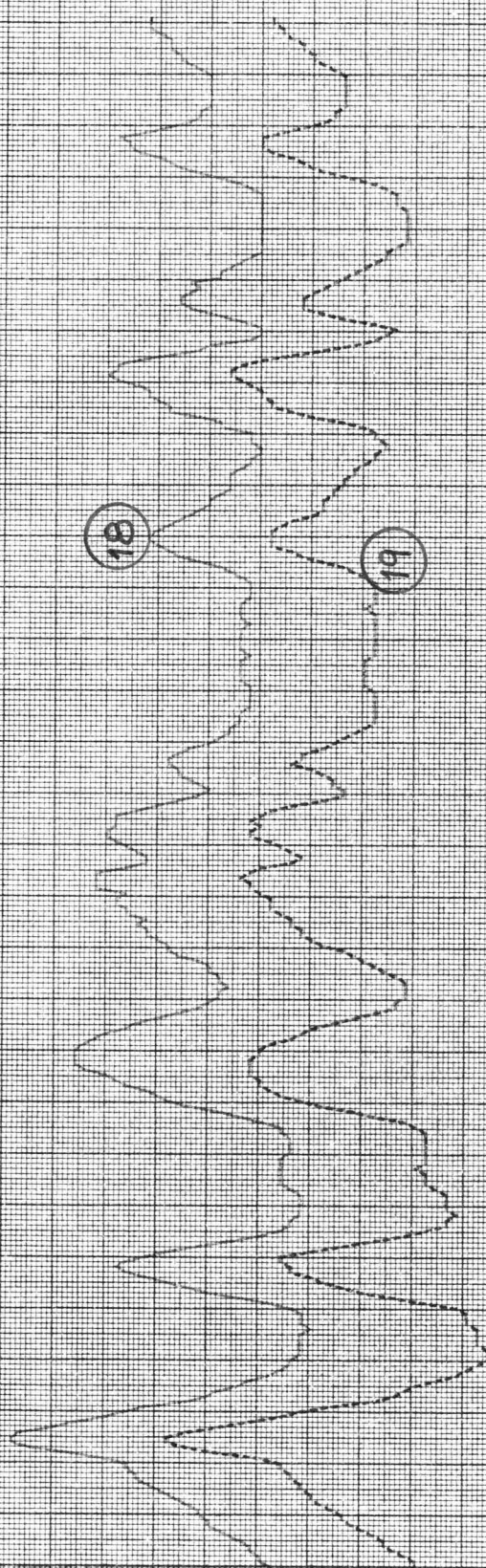
KANAL 18

KANAL 19

DATUM: 13/7

YHAKS-1A

YHAKS-2A



18
19

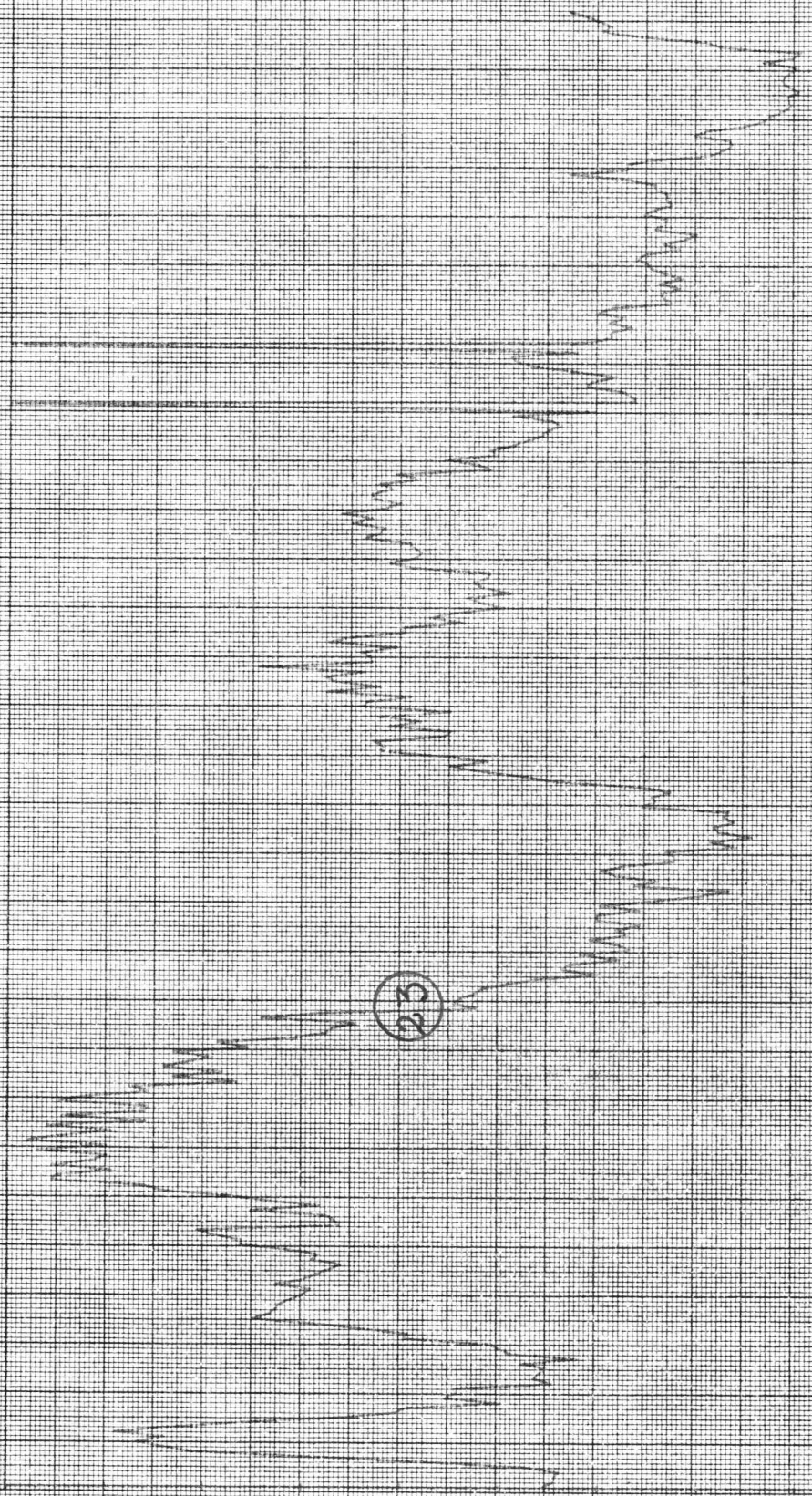
18
19

KANAL 23

KANAL 24

DEFINITION: 13/7

YMAX = 120 YMIN = 0
YSPAN = 120



22

23

13: 23: 0

13: 23: 0

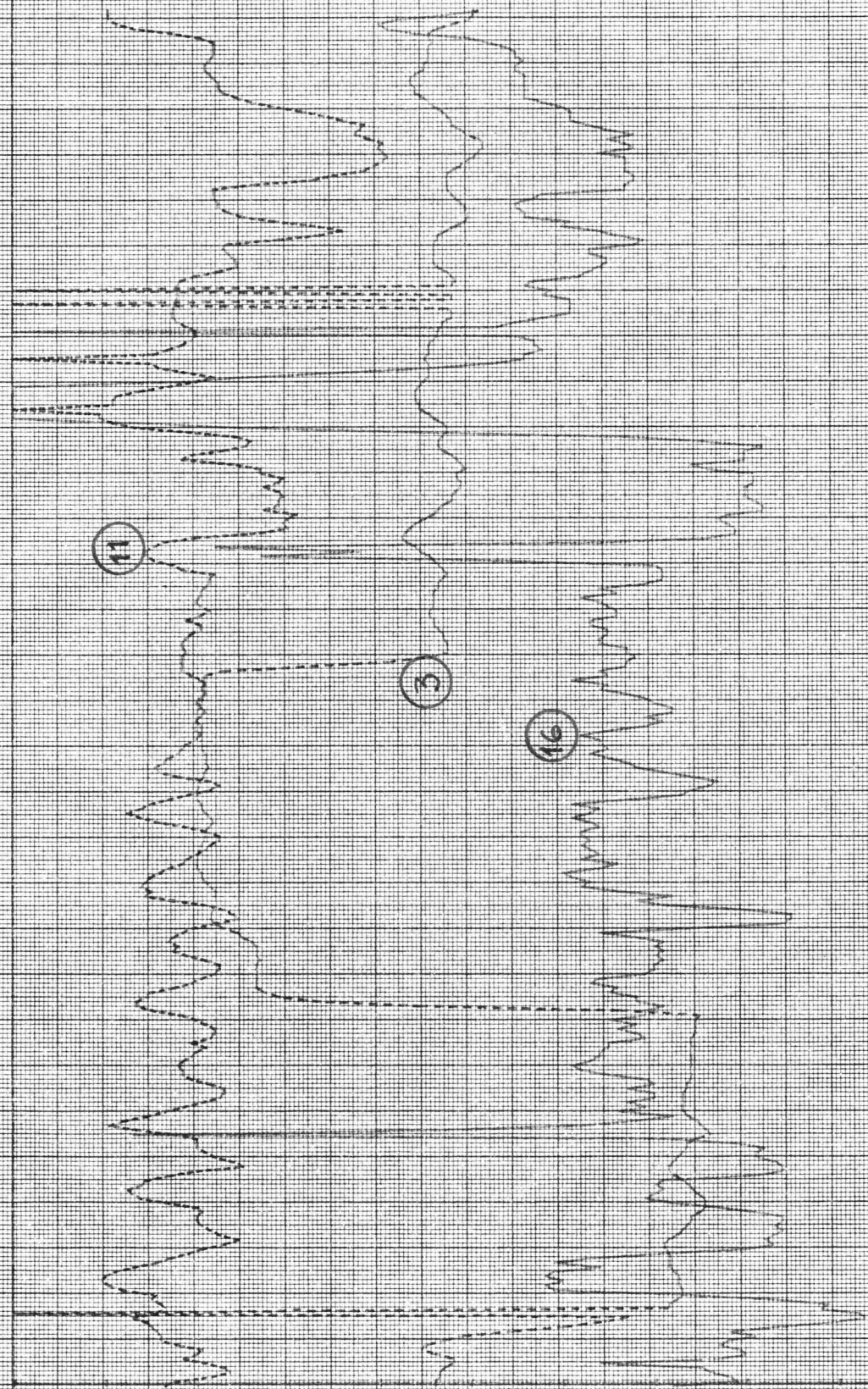
13: 23: 0

KANAL 16

KANAL 11
KANAL 3

DATUM: 13/7

YMAX= 20 YMIN= 45 YMAX= 45 YMIN= 25
YMAX= 10 YMIN= 45 YMAX= 45 YMIN= 25



11: 20: 0

13: 24: 0

KANAL 14

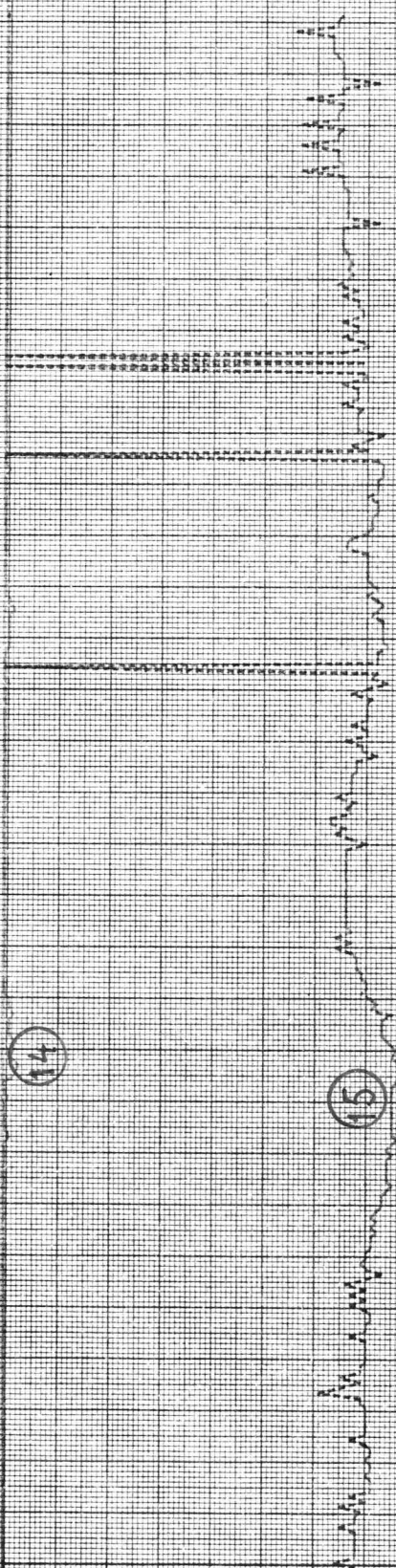
KANAL 15

101 251 2

101 251 2

13/7

YMAX= 63
YMIN= 43

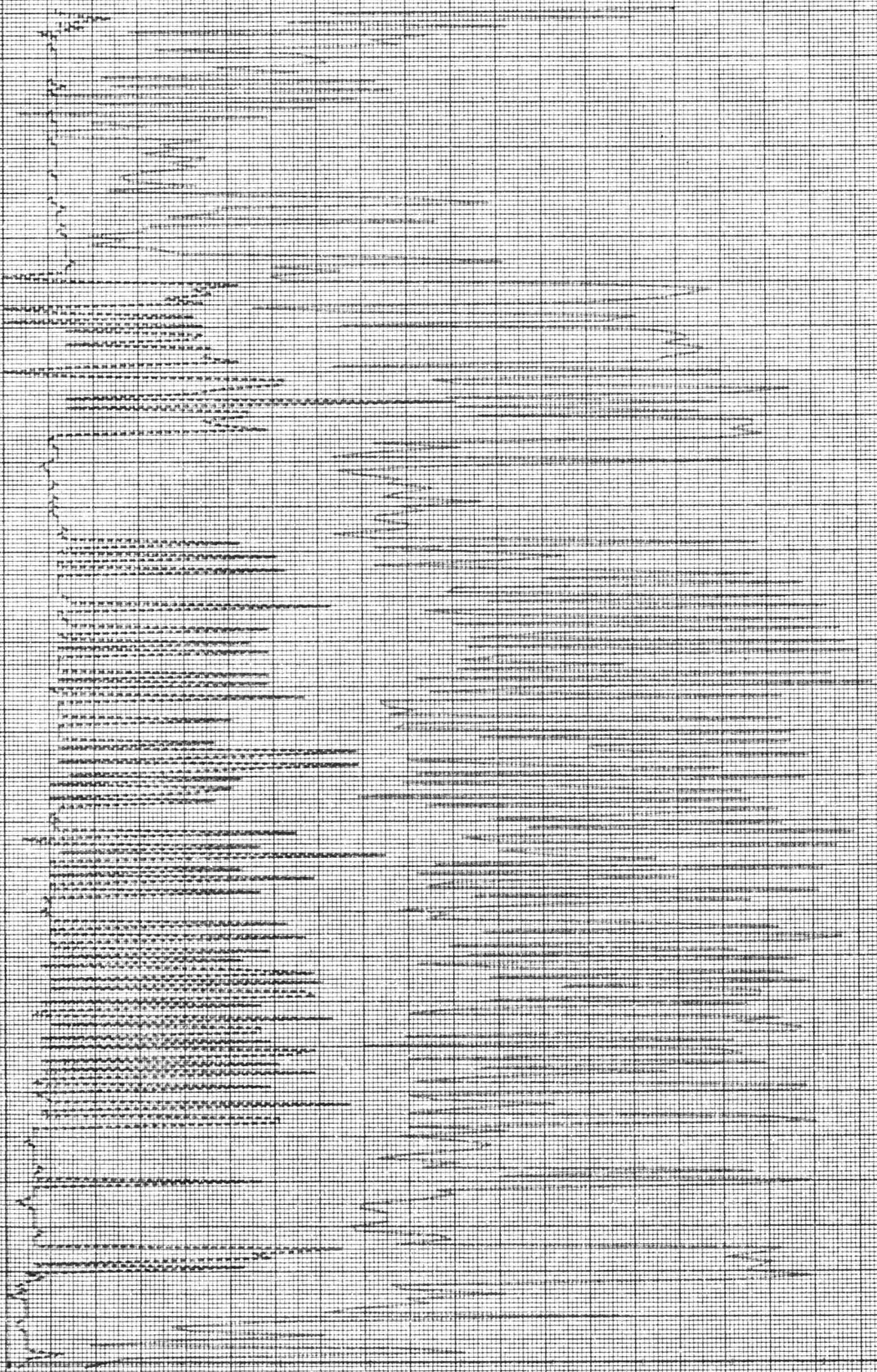


KANAL 20

13/7

YANG 15

YANG 15



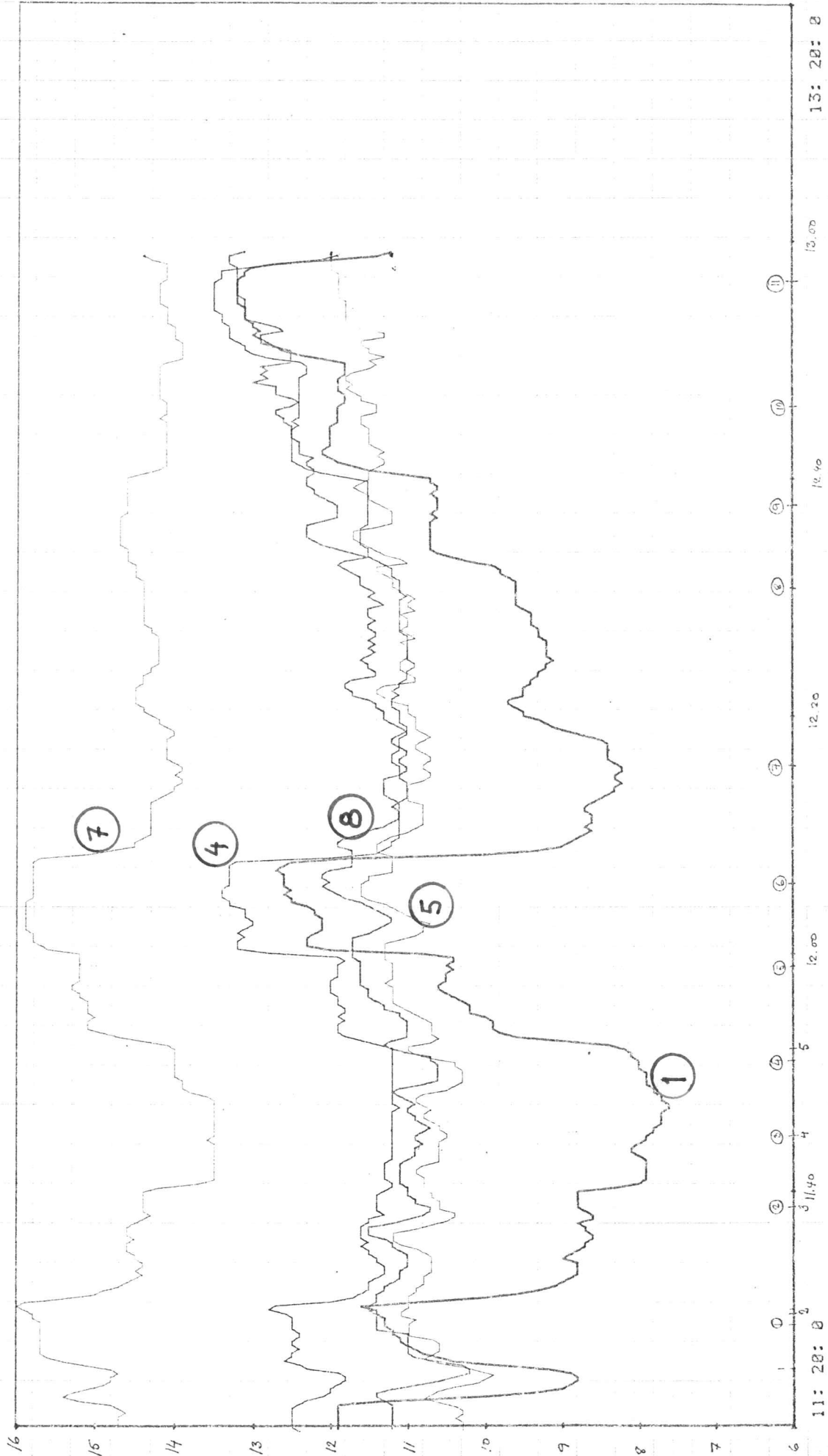
10
11
12
13
14

15
16
17
18
19

DATUM: 13/7

YMAX= 16 °C
YMIN= 6 °C

- KANAL 1
- KANAL 4
- KANAL 7
- KANAL 5
- KANAL 8



13: 20: 0

13: 00

12: 40

12: 20

12: 00

11: 50

11: 20: 0

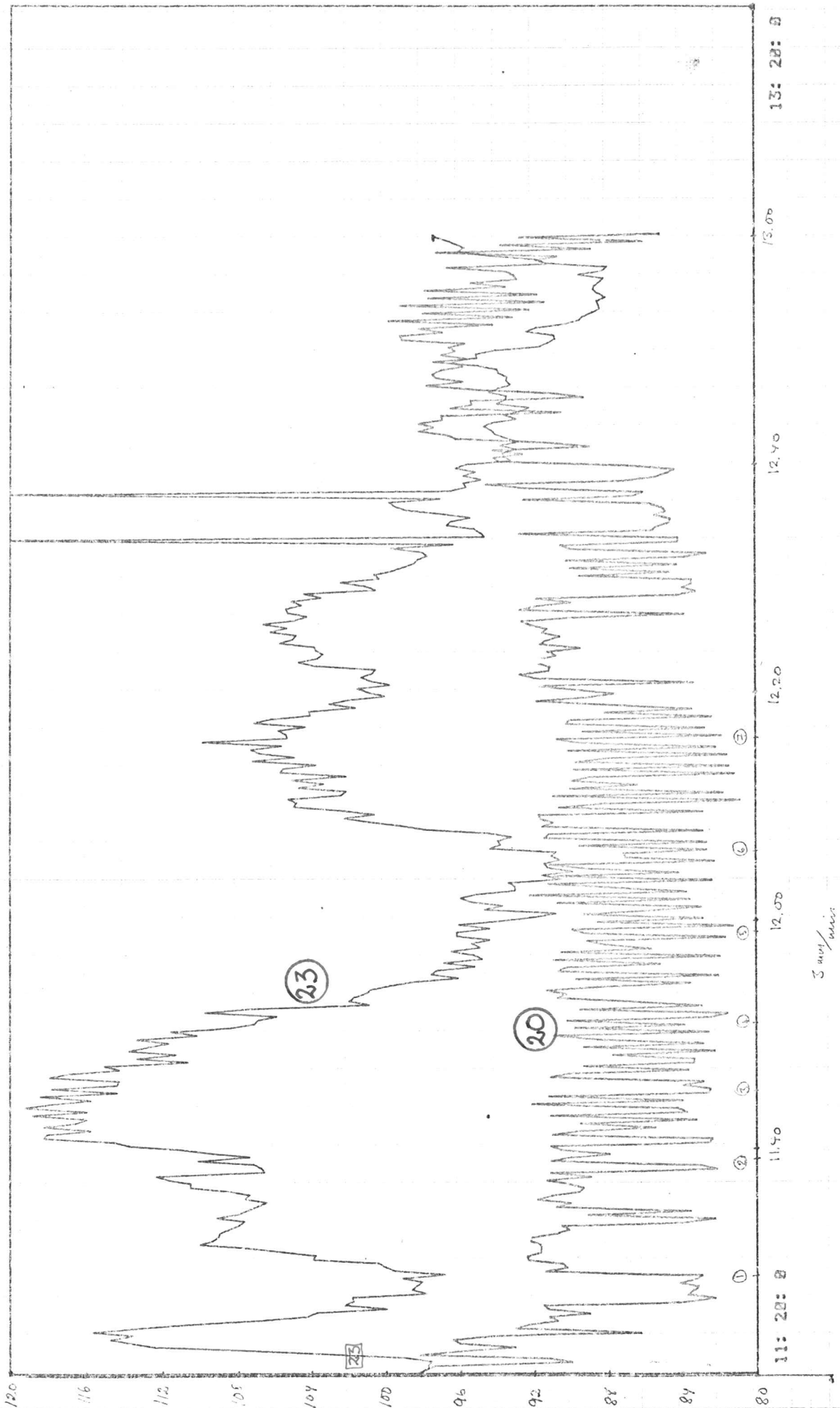
1 = inställning
① = provtag

--- KENAL 29

DATUM: 13/7

YARI= 100 X MAX= 20

YMIN= 80 X MIN= 80

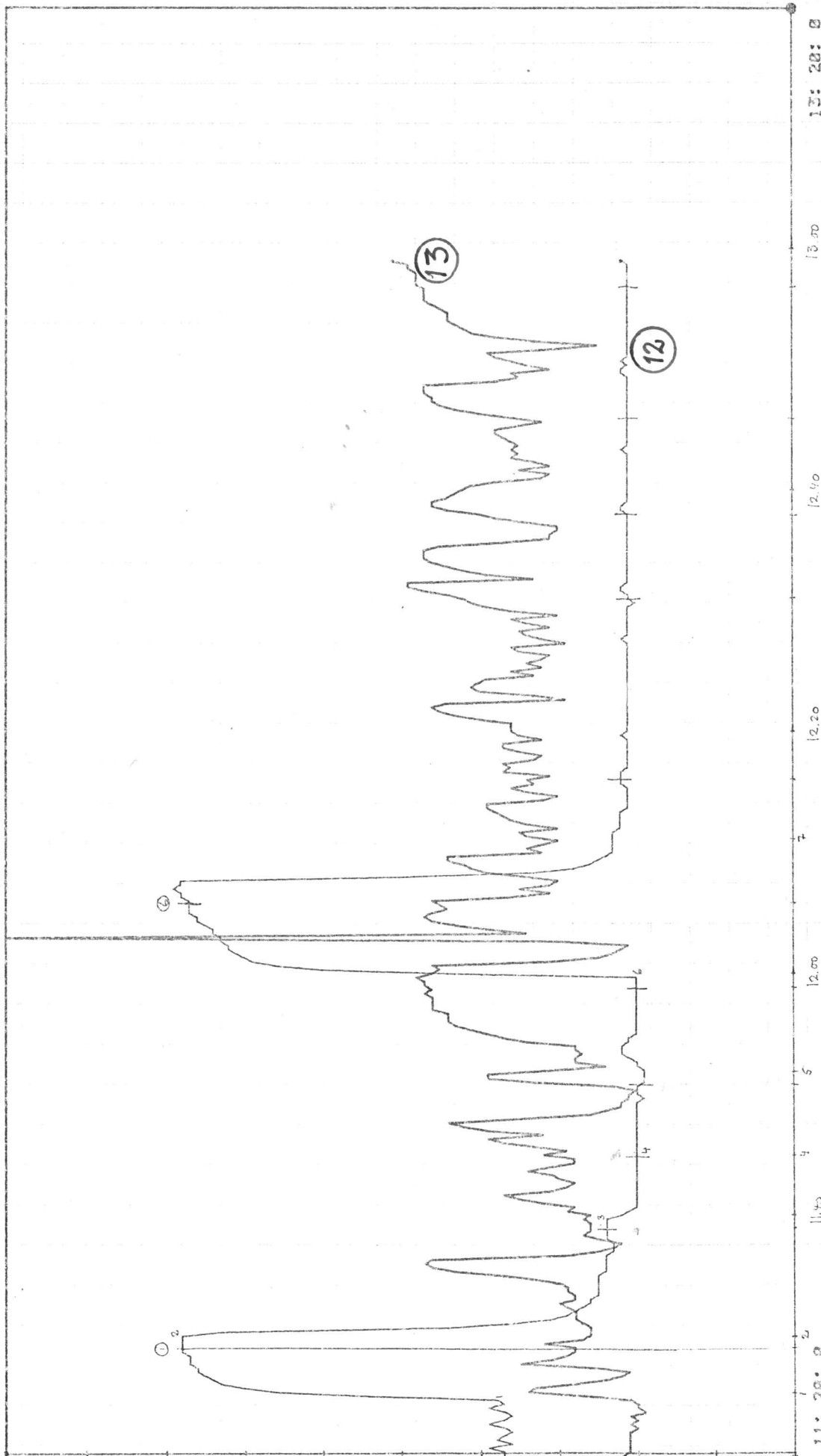


3 unit/menit

KANAL 12
KANAL 13

DATUM: 13/ 7

YMAX=-6
YMIN=-16



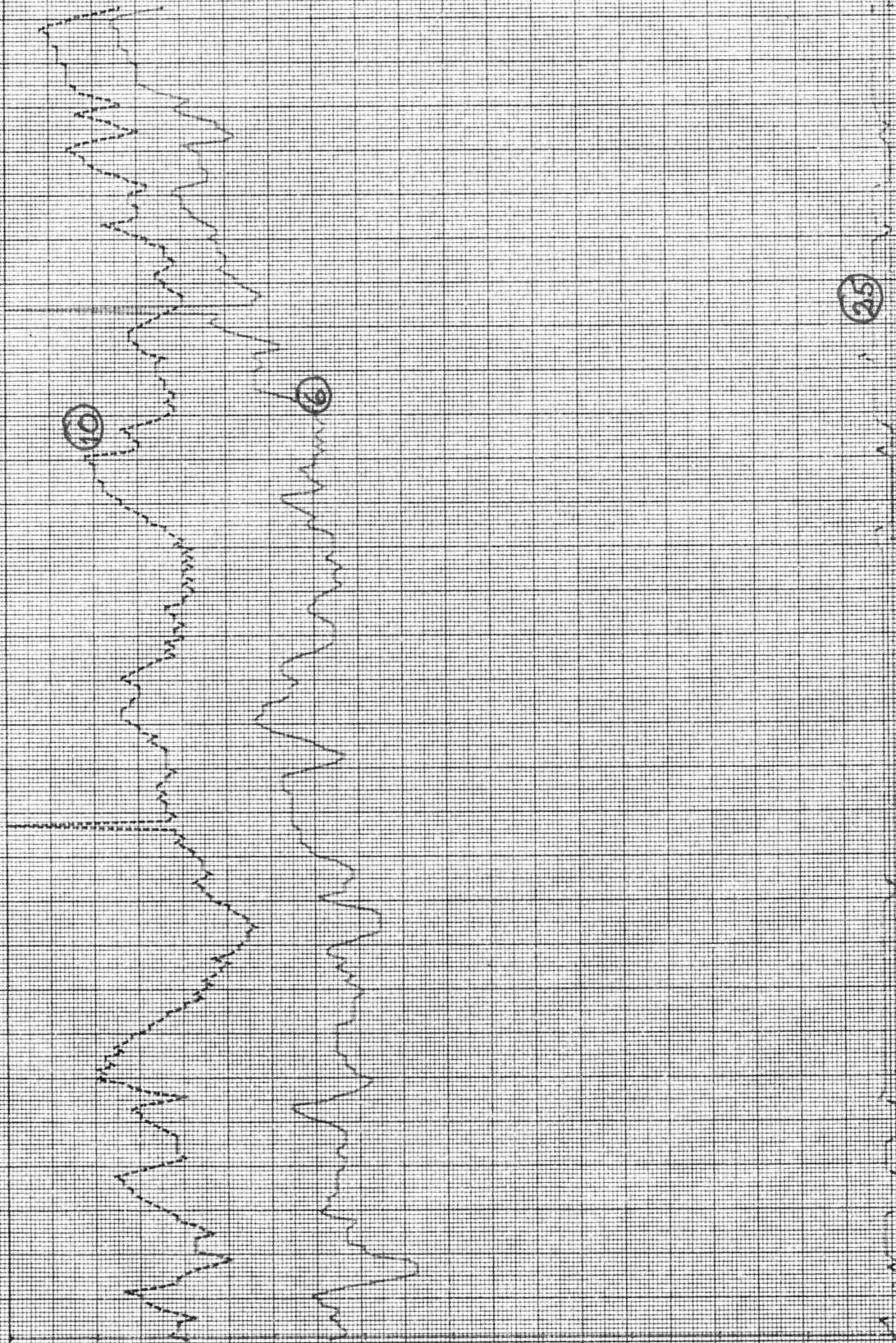
KANAL 6

----- KANAL 1A
----- KANAL 2F

DATA: 15/7

YMAX= 16 YMAX= 120

YMIN= 5 YMIN= 0



114 204 3

174 274 3

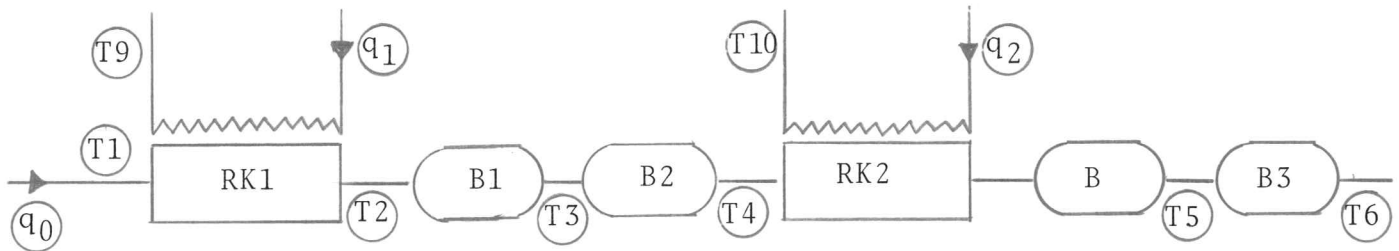
10

6

25

FÖRSÖKKÖRNING DEN 7/7-81 AVSEDD ATT BEARBETAS M H A
KORRELATIONSANALYS

Vid försöken användes beteckningar enligt följande figur:



Mätningen utfördes med följande inställning av processparametrar:

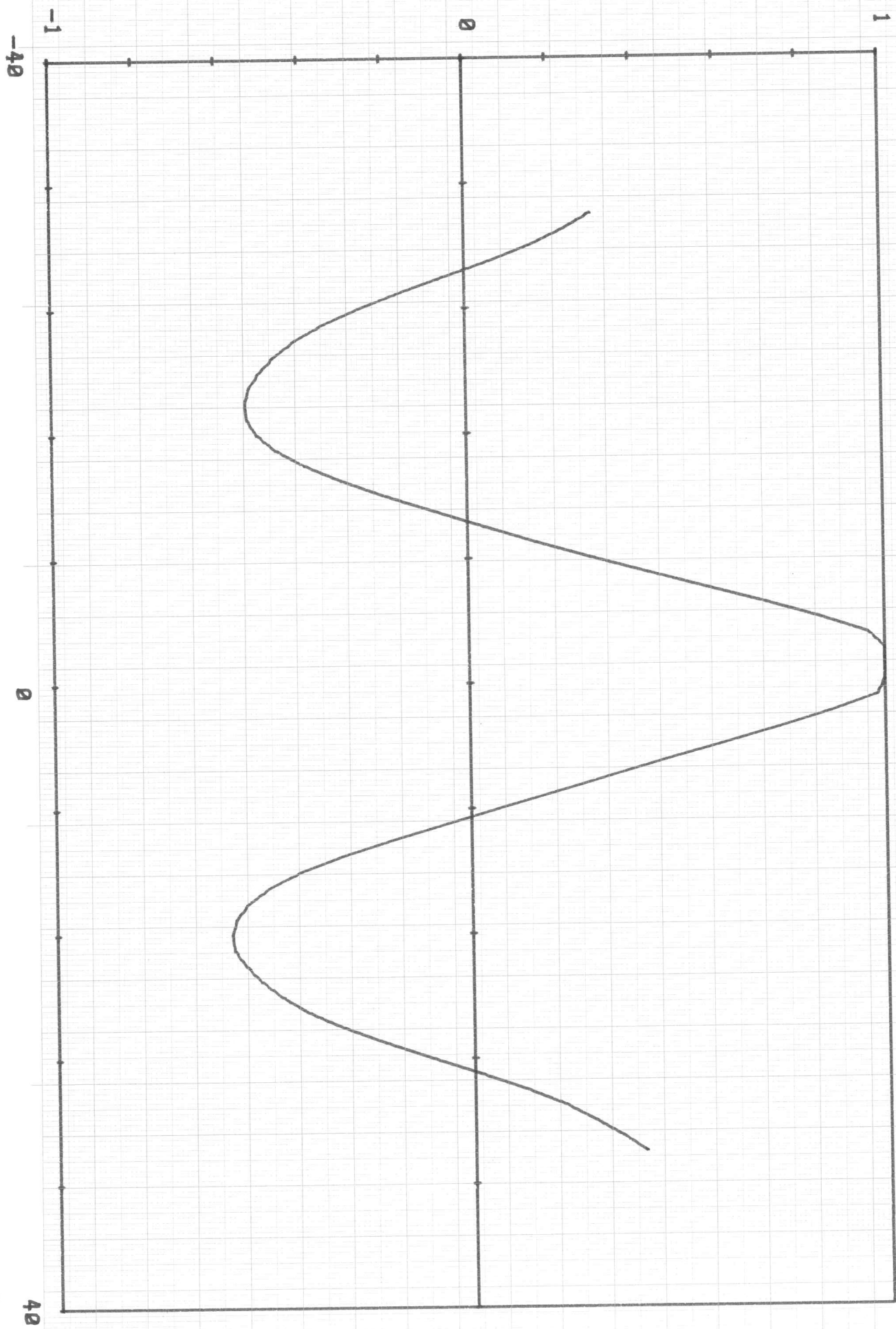
Tid	q_0 (ton/h)	T_1 (°C)	T_9 (°C)	q_1 (°C)	T_{10} (°C)	q_2 (%)	Försöks- beteckning
9.15	3.30	35	Variabel	50	-14	50	1B
9.45	2.36	35	Variabel	50	-14	50	1C

Som synes var det i detta fallet T_9 som utsattes för slumpmässig variation.

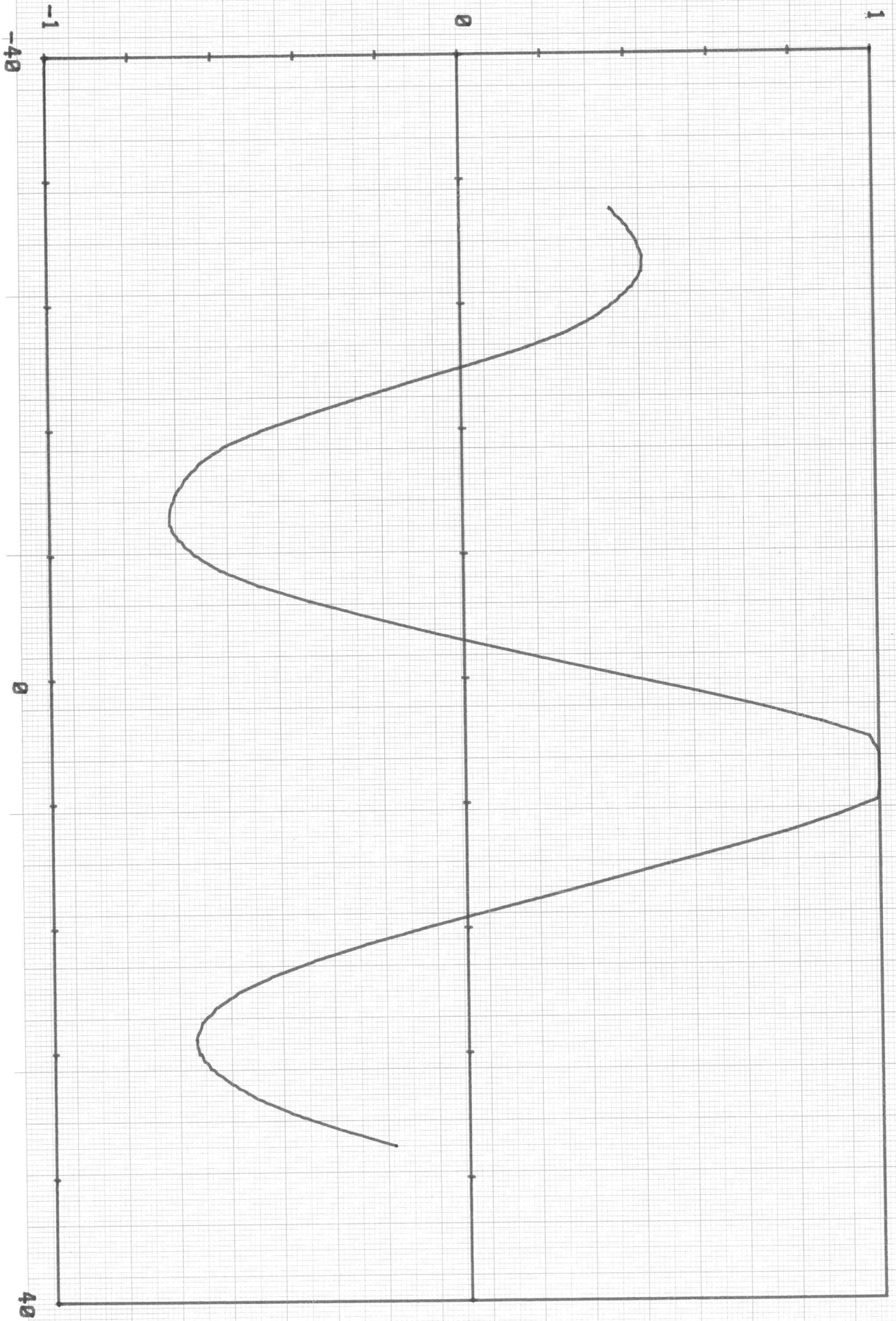
Följande korrelationskurvor är behäftade med en rubrik som talar om vilket försök det är fråga om samt vilka parametrar som avses. I några fall förekommer beteckningen diff. detta betyder differensen över någon bearbetningsenhet. Enheten på x-axeln är lika med samplingstiden T_s som genomgående är 20 sek.

Som komplement redovisas även aktuella temperaturens variation som fkn. av tiden.

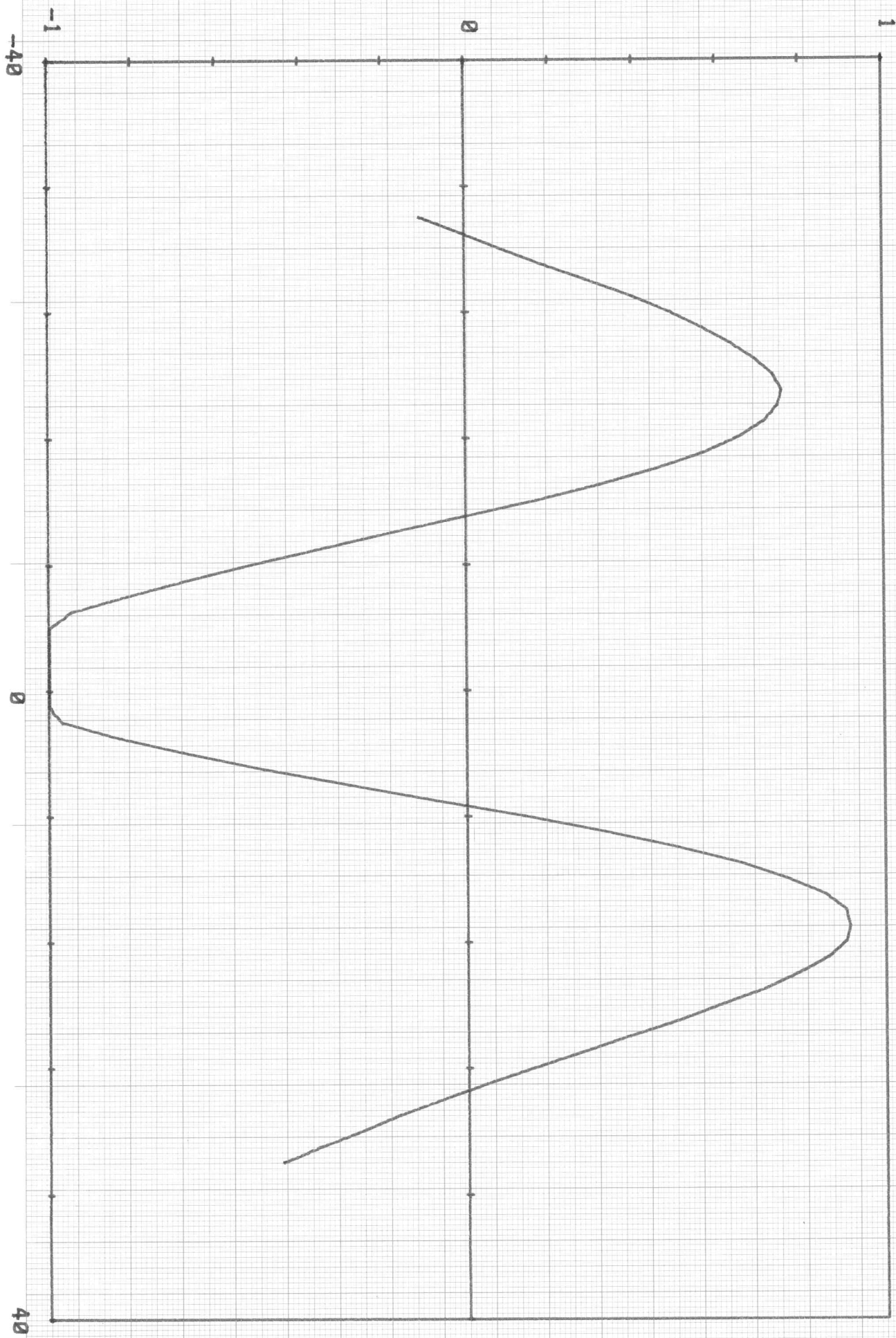
1B:T2/T9



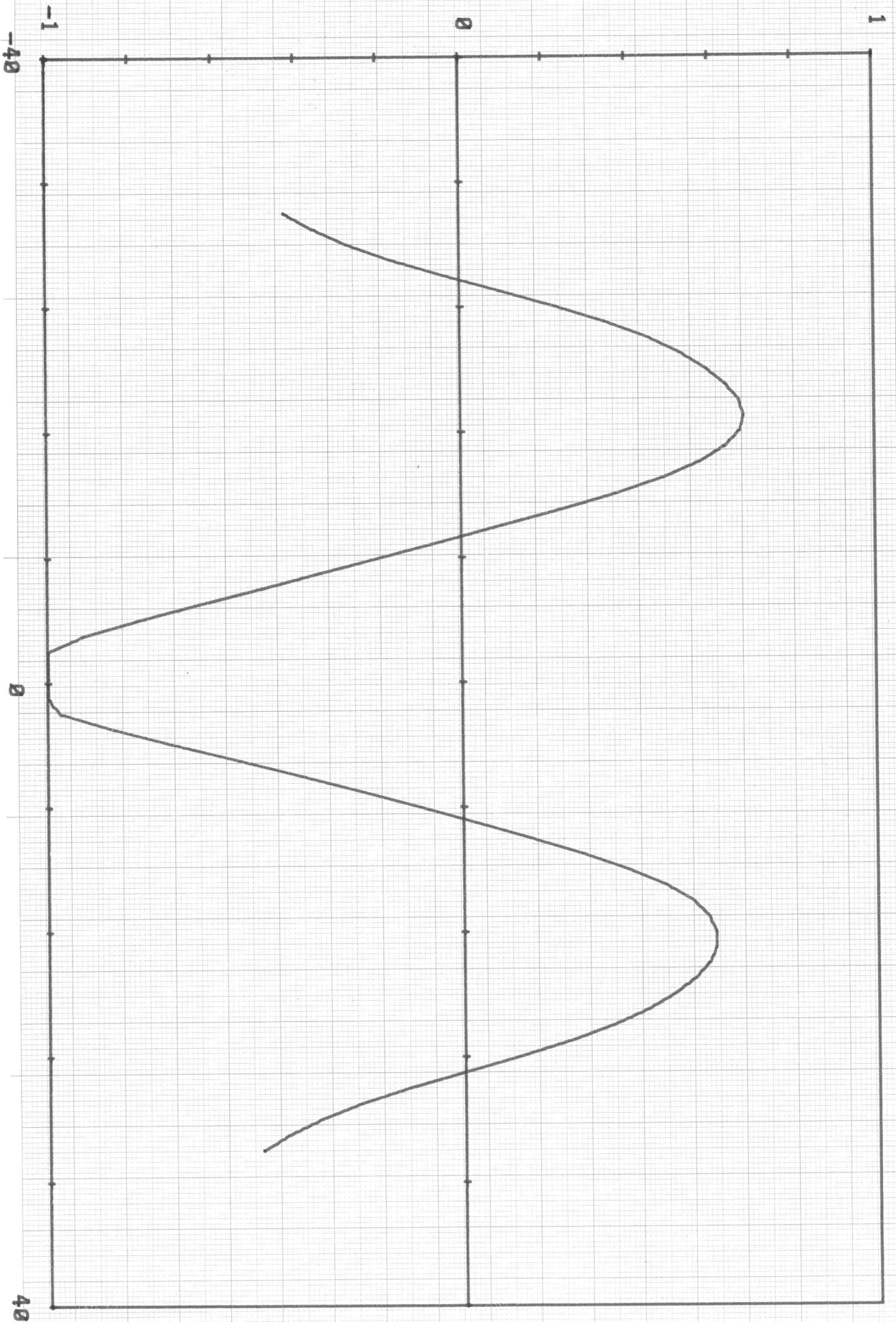
1B:12/15



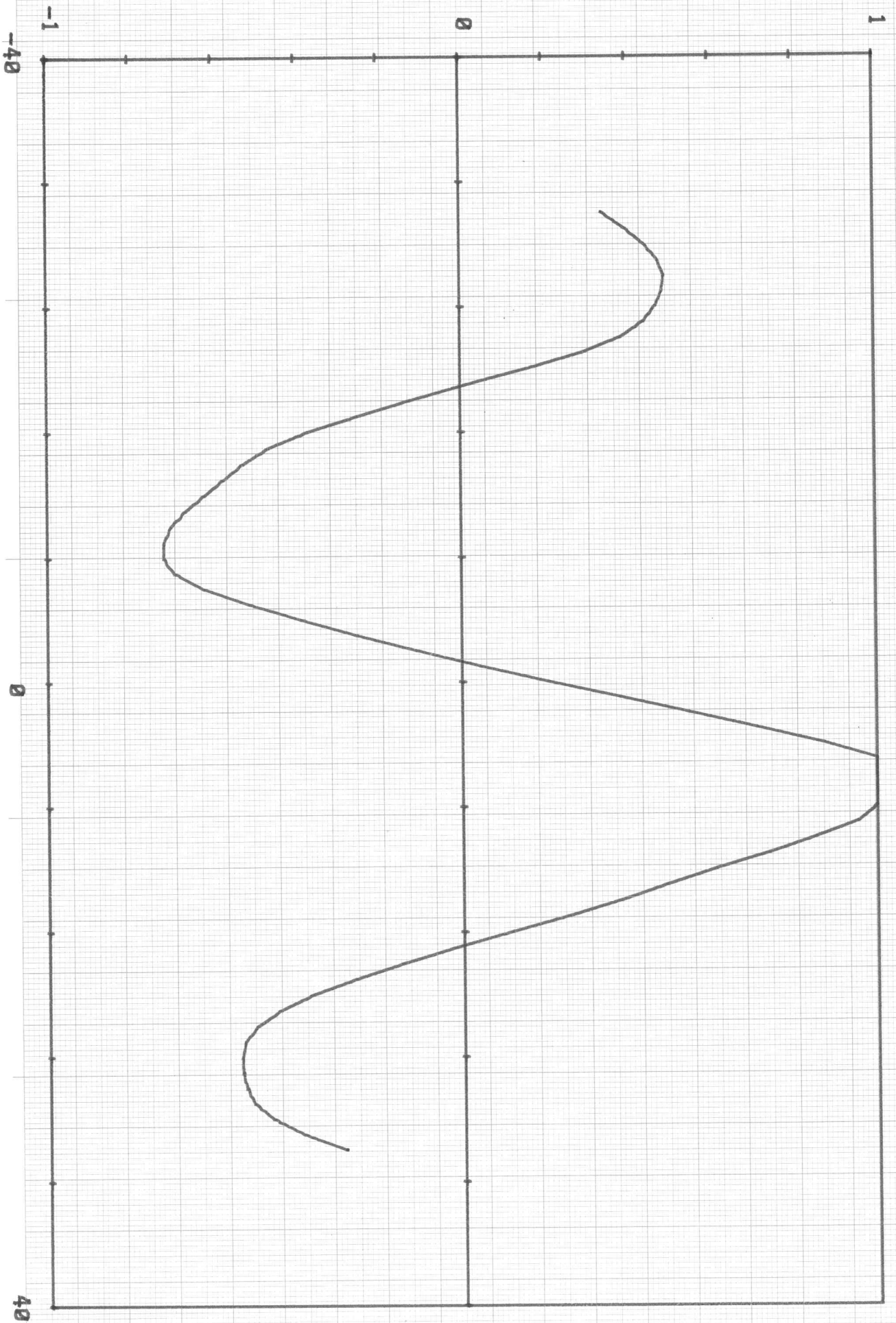
18:T2/DIFF-81



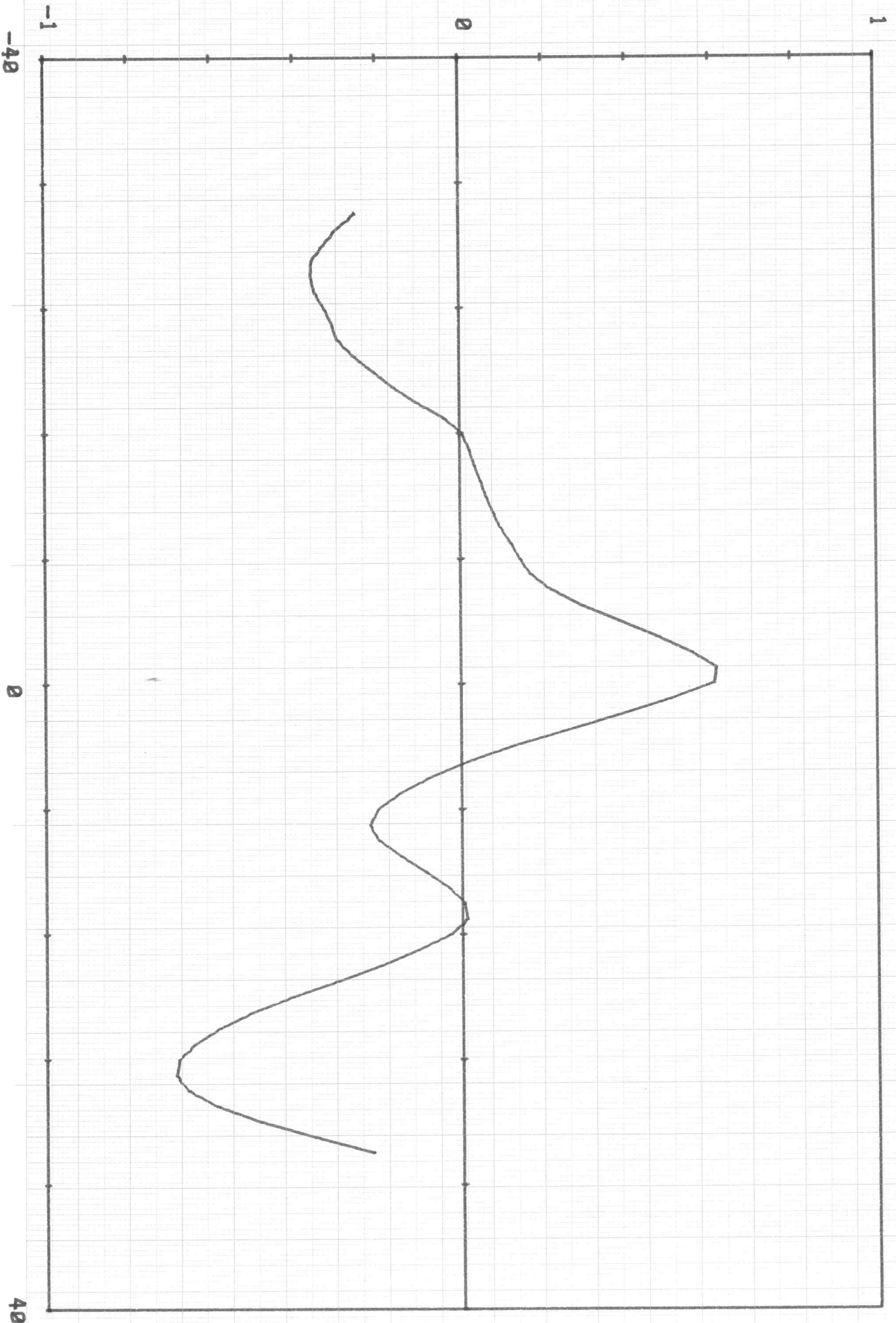
1B: T2/DIFF-B1-B2



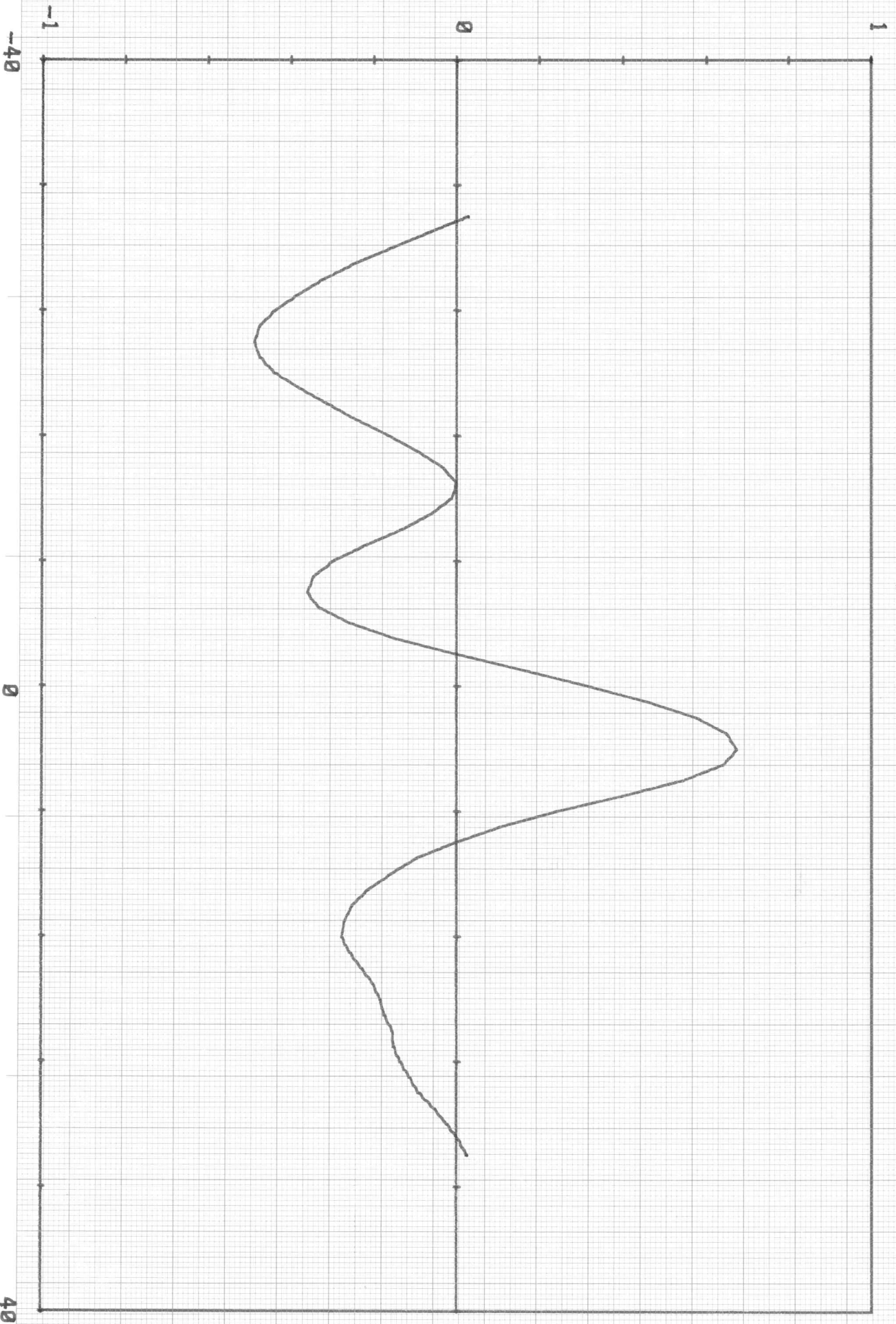
18: T2/DIFF-83



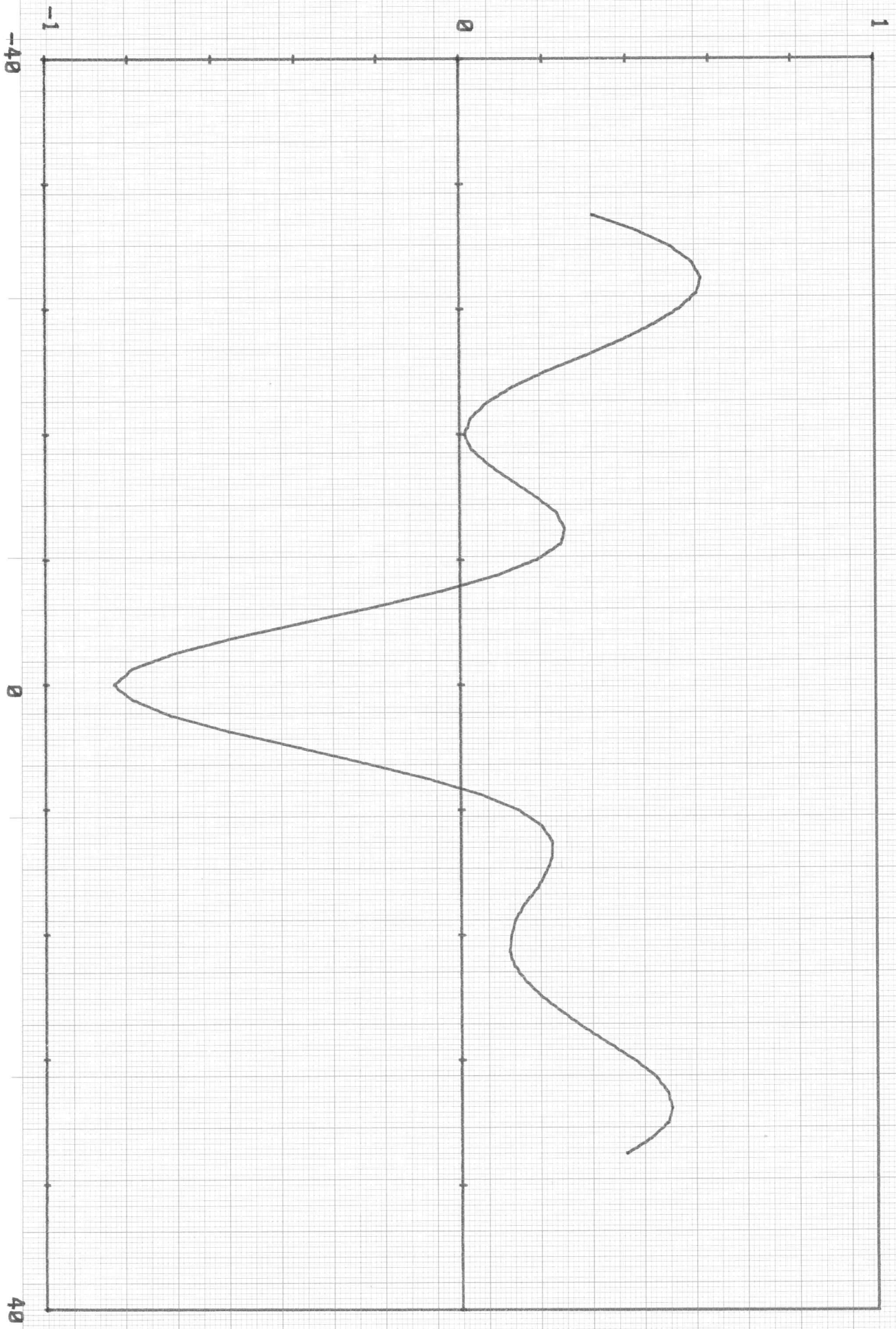
1C:T2/T9



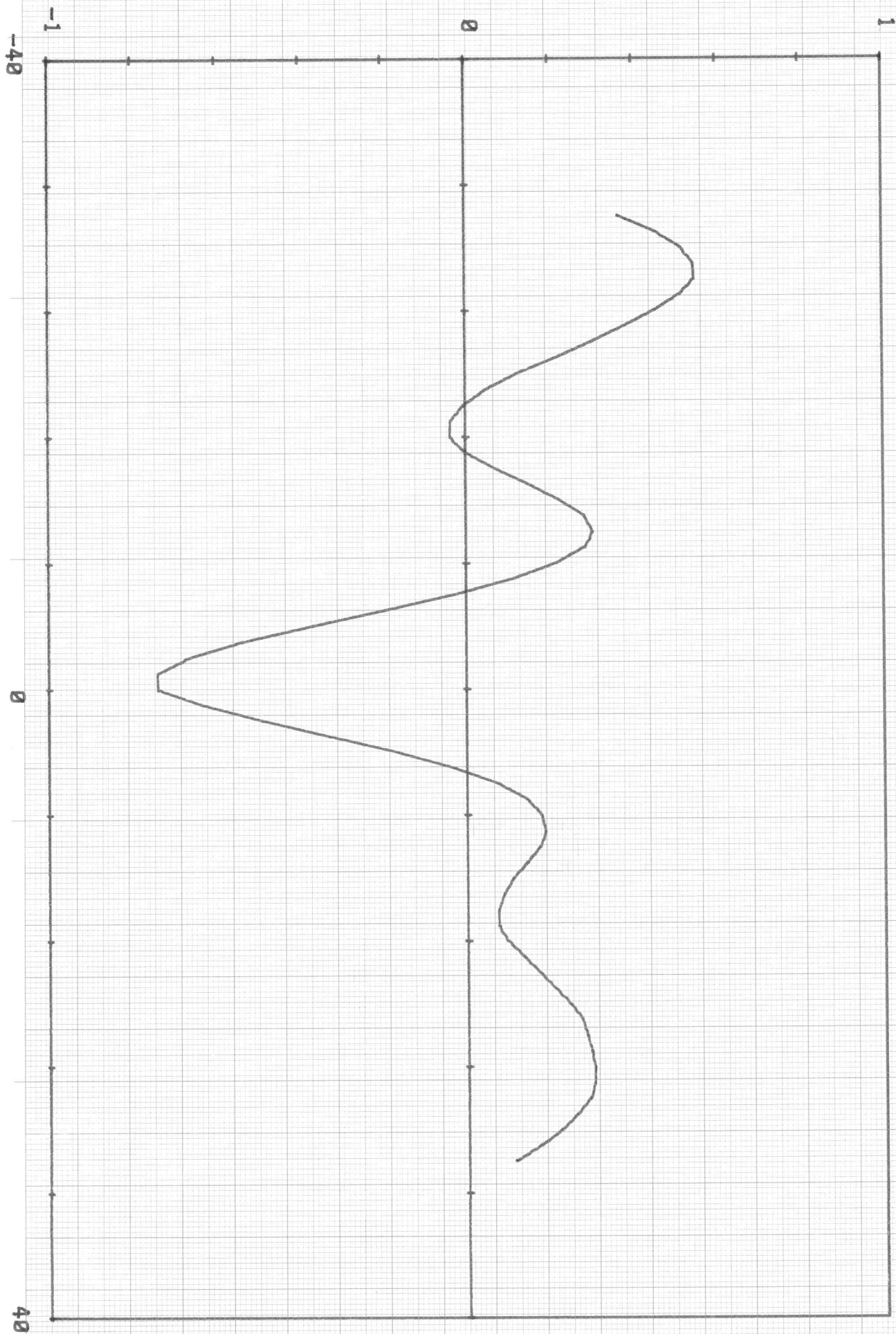
1C: T2/T5



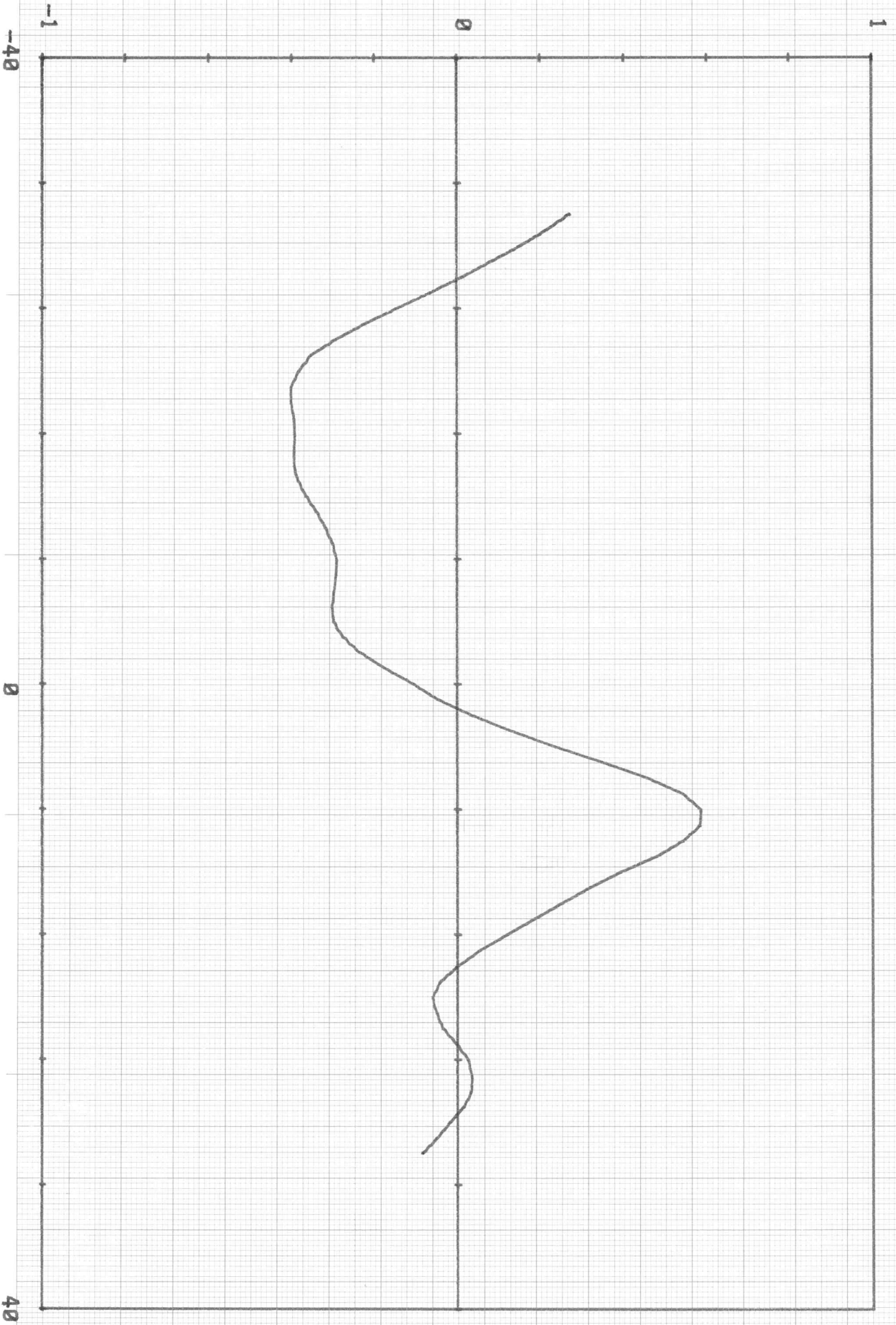
IC: T2/DIFF-B1



1C:T2/DIFF-B1-B2



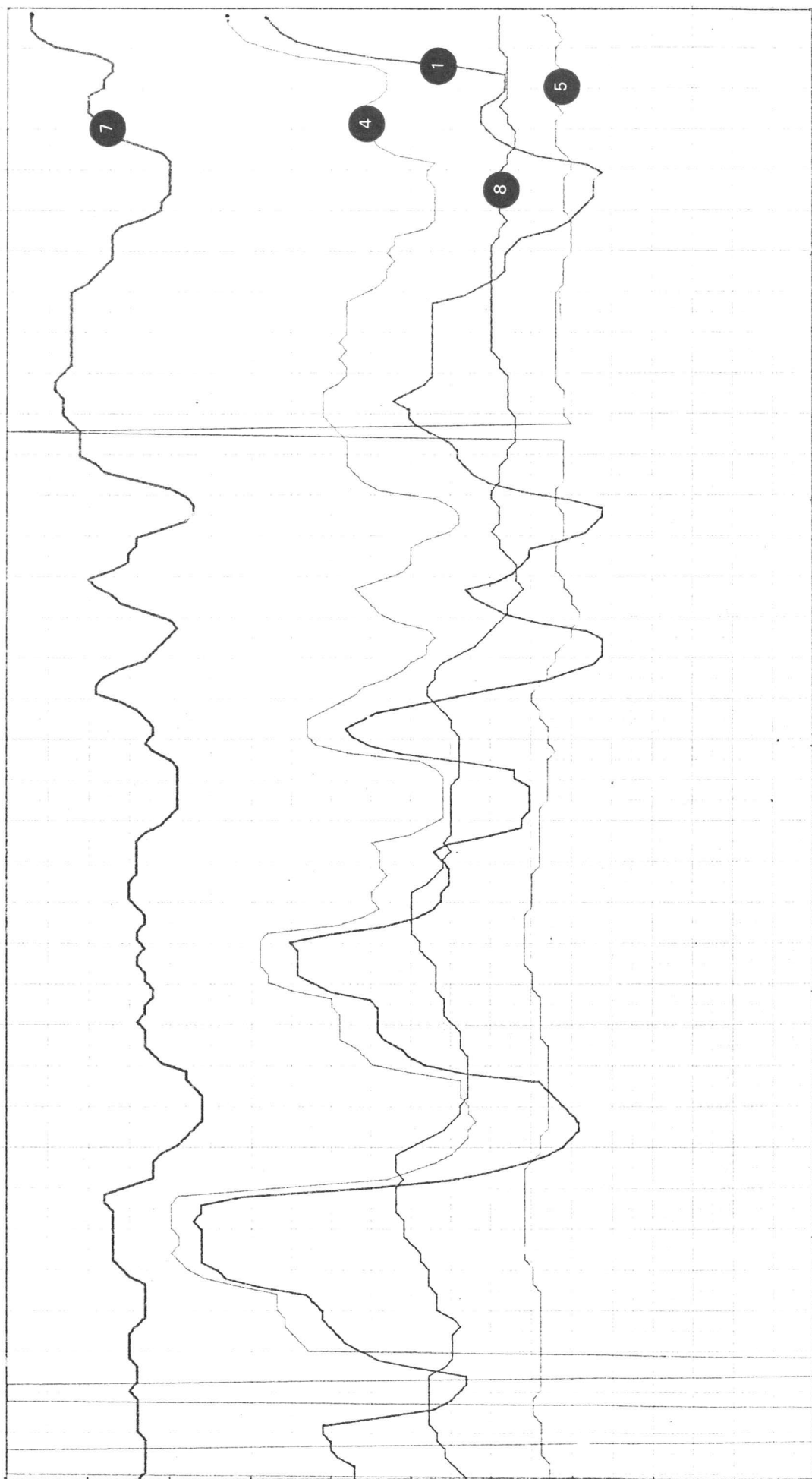
1C:T2/DIFF-83



DATUM: 7 / 7

YMAX= 16
YMIN= 6

KANAL 1
KANAL 4
KANAL 7
KANAL 5
KANAL 8



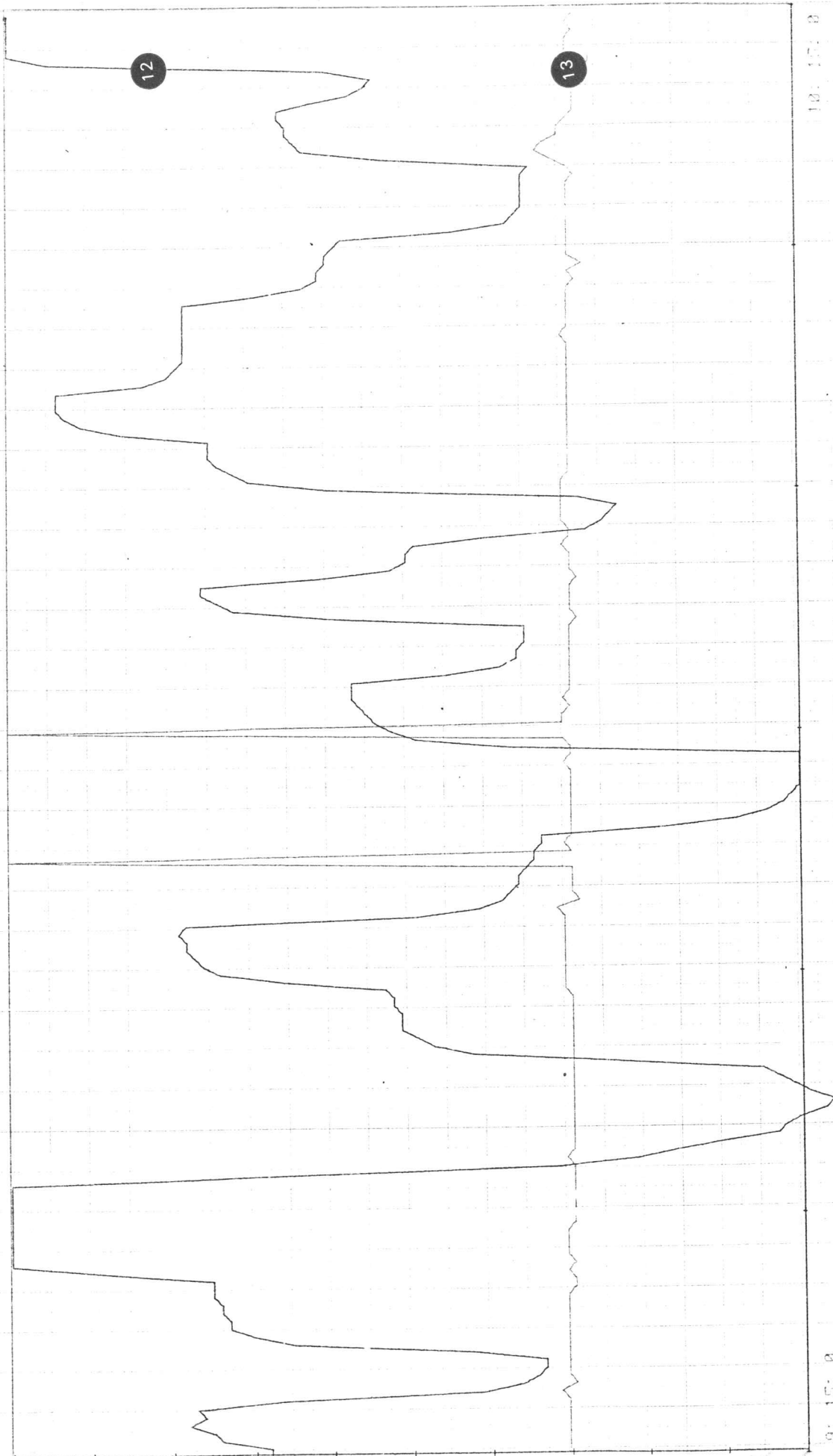
9: 15: 0

10: 15: 0

— KANAL 12
— KANAL 13

DATUM: 7/7

YMAX=-6
YMIN=-16



1:15:0

1:15:0