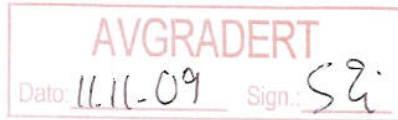


FFIE
Intern rapport E-190
Referanse: 234-E/134
Dato: Oktober 1971



DOKUMENTASJON MSI-70U – GENERELL OVERSIKT

av

Andreas Rannestad

Godkjent
Kjeller, 1 september 1972



B Landmark
Forskningsjef

FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT
Norwegian Defence Research Establishment
Postboks 25 – 2007 Kjeller
Norge

FORTROLIG

FFIE
Intern rapport E-190
Referanse: 234-E/134
Dato: Oktober 1971

DOKUMENTASJON MSI-70U — GENERELL OVERSIKT

av

Andreas Rannestad

Godkjent
Kjeller, 1 september 1972



B Landmark
Forskningsjef

FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT
Norwegian Defence Research Establishment
Postboks 25 — 2007 Kjeller
Norge

FORTROLIG

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side	
1	INNLEDNING	9
2	GENERELL SYSTEMBESKRIVELSE	12
2.1	Generelt	12
2.2	Målfølging	12
2.2.1	Generelt	12
2.2.2	Automatisk målfølging	12
2.2.3	Halvautomatisk målfølging	13
2.2.4	Lydbaneberegninger	14
2.2.5	Presentasjon av målfølgingsdata	14
2.3	Presentasjon av taktisk informasjon	15
2.3.1	Generelt	15
2.3.2	Presentasjon på taktisk dataskjerm	15
2.3.3	Presentasjon på datakategori sifferindikatorer	15
2.4	Torpedo prøveløsning	16
2.4.1	Generelt	16
2.4.2	Formål	16
2.4.3	Forutsetninger	17
2.5	Salvekontroll	17
2.5.1	Generelt	17
2.5.2	Salveoperasjon	18
2.5.2.1	Generelt	18
2.5.2.2	Oppsetting	18
2.5.2.3	Fyring	18
2.5.2.4	Løp	18
2.5.2.5	Terminering	18
2.5.3	Salveløp	19
2.5.3.1	Generelt	19
2.5.3.2	Initialløpsfasen	19
2.5.3.3	Styringsfasen	20
2.5.3.4	Låsefasen	20
2.5.3.5	Tråklefasen	20
2.5.4	Salvestyring	20
2.5.4.1	Generelt	20
2.5.4.2	Kollisjonspunkt styring	20
2.5.4.3	Siktelinjestyring	21
2.5.4.4	Manuell styring	21
2.5.4.5	Utstyrt salve	22
3	FUNKSJONSBESKRIVELSE	22
3.1	Generelt	22
3.2	Målfølgingsfunksjoner	25
3.2.1	Generelt	25
3.2.2	Oppstarting og terminering	25
3.2.3	Målvalg	25
3.2.4	Målfølging	25
3.2.4.1	Generelt	25
3.2.4.2	Automatisk målfølging	25
3.2.4.3	Halvautomatisk målfølging	25
3.2.5	Målfølgeplott	26
3.2.5.1	Generelt	26
3.2.5.2	Tidspeileplott og egen kurs historie	26

FORTROLIG

	Side	
3.2.5.3	LydbaneploTT	26
3.2.5.4	Målobservasjonsplott	27
3.2.5.5	Peileavviksplott	28
3.2.6	Prøveløsning	28
3.2.7	Hjelpfunksjoner	28
3.3	Taktiske evalueringsfunksjoner /	29
3.3.1	Generelt	29
3.3.2	Taktisk dataskjermpresentasjon	29
3.3.3	Radarinformasjon	30
3.3.4	Datakategorifunksjoner	30
3.3.5	Torpedo prøveløsning	30
3.3.6	Navigasjonspunkter	31
3.4	Salvekontrollfunksjoner	31
3.4.1	Generelt	31
3.4.2	Salveoperasjon	31
3.4.3	Torpedoklargjøring	31
3.4.4	Salvefyring	32
3.5	Eksterne panelfunksjoner	32
3.5.1	Generelt	32
3.5.2	Sjefens informasjonspanel	32
3.5.3	Torpedorom paneler	34
3.5.4	Passiv sonar betjeningspanel	36
3.5.5	Aktiv sonar betjeningspanel	36
3.5.6	Sonar mådatapanel	37
3.5.7	Periskop innlesningsknapp	37
3.5.8	Radar mådatapanel	37
3.5.9	Gyro simulatorpanel	37
3.5.10	Pal betjeningspanel	38
4	BETJENINGSFORSKRIFTER	39
5	MATEMATISK SYSTEMBESKRIVELSE	39
5.1	Generelt	39
5.2	Ildledningsteori – målfølgning	39
5.2.1	Generelt	39
5.2.2	Generell målfølgningsteori	40
5.2.3	Automatisk målfølgning MSI-70U	41
5.2.4	Halvautomatisk målfølgning – Peileavviksmetoden	43
5.3	Torpedostyring	44
5.3.1	Generelt	44
5.3.2	Torpedostyringsprinsipp	44
5.3.3	Torpedobestikk	45
5.3.4	Torpedo styrepuls generering	45
5.4	Lydbaneberegning (7)	46
5.4.1	Generelt	46
5.4.2	Matematisk bakgrunn	46
5.5	Eget fartøys bestikk (8)	48
5.5.1	Generelt	48
5.5.2	Oppdateringsfrekvens	49
5.5.3	Systematiske feil i gyro gjennom en sving	50
5.5.4	Rekkeutvikling av sinus og cosinus	51

		Side
6	PROGRAMBESKRIVELSE	52
6.1	Generelt	52
6.2	Filosofien for programsystemet (9)	54
6.2.1	Generelt	54
6.2.2	Kraftforsyningsfeil	54
6.2.3	Tidsmonitor med prioritering	54
6.2.3.1	Generelt	54
6.2.3.2	Jobbtabell	55
6.2.3.3	Data allokeringssystem (System Stack)	58
6.2.4	Knappemonitor	63
6.2.5	Magnetbånd stasjon	64
6.2.6	Decca Seafix	64
6.3	Overordnet sekvenseringssystem (9)	64
6.3.1	Generelt	64
6.3.2	Interrupt system	65
6.3.2.1	Generelt	65
6.3.2.2	Kraftforsyningsinterrupt	65
6.3.2.3	Klokke interrupt	65
6.3.2.4	Magnetbånd stasjon interrupt	65
6.3.2.5	Knappe monitor interrupt	71
6.3.2.6	Decca Seafix I interrupt	71
6.3.2.7	Decca Seafix II interrupt	71
6.3.3	Tidsmonitor program – CAAA	71
6.3.3.1	Hovedprogram	71
6.3.3.2	"Kald start" rutine – CAAB	74
6.3.3.3	Kraftforsyningsfeil start rutine – CAXX	74
6.3.3.4	Subrutiner for løsning av interrupt sperre – CAAT, CAAU	74
6.3.3.5	Unsave-rutine for retur til monitor – CAAA11	74
6.4	Sensor input programmer	76
6.4	Peileavviksmetode programmer	77
6.6	Torpedo programsystem	79
6.6.1	Generelt	79
6.6.2	Torpedo styreprogrammer	80
6.7	Rutiner for sifferindikatorer og hjelperutiner	81
7	UTSTYRSBESKRIVELSE	82
7.1	Generelt	82
7.2	Operatørkonsollet	82
7.2.1	Generelt	82
7.2.2	Dataskjerm enheter	82
7.2.2.1	Generelt	82
7.2.2.2	Dataskjerm prosessor (DP)	83
7.2.2.3	Vektor generator (VG)	84
7.2.2.4	Karakter generator (CG)	84
7.2.2.5	Radar tilkopling m/tilhørende digital til analog omformere (DAC), samt analoge kretser	84
7.2.2.6	Dataskjermer (CRT)	85
7.2.3	Sensor tilkopling	85
7.2.4	Torpedotilkopling	85
7.2.5	Kraftforsyning	87
7.2.6	Paneltilkopling	87
7.2.7	Intern kabling	88
7.3	Eksterne paneler	91

	Side	
7.4	Ekstern kabling	91
7.5	Eksternt utstyr	91
8	INSTALLASJONSFORSKRIFTER	93
9	MEKANISK KONSTRUKSJONSBEKRIVELSE	93
	Litteratur	95
	Appendix A – Tegnforklaring	98
	Appendix B – Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U (4)	99
	Appendix C – Identifikasjonskoder for MSI-70U (27)	118

LISTE OVER ILLUSTRASJONER

- Figur 1.1 Operatørkonsoll for MSI-70U
 Figur 1.2 Skisse av undervannsbåt med plassering av sensorer
 Figur 1.3 Enkel blokkskjematisk fremstilling av systemløsningen for MSI-70U
- Figur 2.1 Automatisk målfølgning – prinsippdiagram
 Figur 2.2 Halvautomatisk målfølgning – prinsippdiagram
 Figur 2.3 Beregning av lydforplantningsbilleder – prinsippdiagram
 Figur 2.4 Typisk målobservasjonsplott
 Figur 2.5 Typisk taktisk situasjonsbillede
 Figur 2.6 Typisk taktisk situasjonsbillede m/radar
 Figur 2.7 Salvekontroll – prinsippdiagram
 Figur 2.8 Typisk salveløp TP-61 torpedo
 Figur 2.9 Typisk salveløp MK-37 torpedo
 Figur 2.10 Automatisk torpedostyring – prinsippdiagram
 Figur 2.11 Styring etter kollisjonspunktprinsippet
 Figur 2.12 Styring etter siktelinjeprinsippet
 Figur 2.13 Manuell styring med kursforlengelse og svingeradius
 Figur 2.14 Spredning av utstyrt salve
- Figur 3.1 Operatørkonsoll – kontroll paneler
 Figur 3.2 Tidspeileplott med egen kurshistorie
 Figur 3.3 Lydbaneplott for mode 1, 2 og 3
 Figur 3.4 Peileavviksplot
 Figur 3.5 Plassering av konsoll og eksterne paneler i undervannsbåter
 Figur 3.6 Sjefens informasjonspanel
 Figur 3.7 Styrbord torpedorompanel
 Figur 3.8 Babord torpedorompanel
 Figur 3.9 Passiv sonar betjeningspanel
 Figur 3.10 Aktiv sonar betjeningspanel
 Figur 3.11 Sonar måldatapanel
 Figur 3.12 Radar måldatapanel
 Figur 3.13 Gyro simulator panel
 Figur 3.14 *Pal* betjeningspanel
- Figur 5.1 Generell fremstilling av et ildledningssystem
 Figur 5.2 Observasjonsgeometri
 Figur 5.3 Blokkdiagram for MSI-70U målfølgingslogikk
 Figur 5.4 Illustrasjon av engasjement
 Figur 5.5 Illustrasjon av lydbane
 Figur 5.6 Lydbanehastighetsprofil
 Figur 5.7 Geometri for eget fartøys bestikk
 Figur 5.8 Illustrasjon av Gyro feil ved kursendring
 Figur 5.9 Banen som ble benyttet for undersøkelse av samplingsperioden
 Figur 5.10 Avvik mellom fartøyets posisjon og bestikkets posisjon
 Figur 5.11 Effekten av den systematiske feil i gyro i en sving
- Figur 6.1 Data flow i MSI-70U systemet
 Figur 6.2 Jobbtabellens plassering i regnemaskinens hukommelse
 Figur 6.3 Monitorens flytediagram
 Figur 6.4 Jobbtabell med tre prosedyrer
 Figur 6.5 Data allokeringssystem (system stack)
 Figur 6.6 Lagring av mellomresultater
 Figur 6.7 Flytediagram, tidsmonitor program – CAAA (6 sider)
 Figur 6.8 Jobbtabell og system stack's plassering i regnemaskinens hukommelse
 Figur 6.9 Sensor avlesning
 Figur 6.10 Taktisk situasjon

- Figur 6.11 Innlesning periskop
- Figur 6.12 Peileavviksberegning – filer
- Figur 6.13 Blokkdiagram av torpedoprogram systemet

- Figur 7.1 Dataskjerm system organisasjon
- Figur 7.2 Torpedo system
- Figur 7.3 Oversiktsdiagram, intern kabling, konsoll
- Figur 7.4 Oversiktsdiagram, eksterne kabler

- Figur 9.1 Mekanisk blokkdiagram MSI-70U

DOKUMENTASJON MSI-70U - GENERELL OVERSIKT

SUMMARY

The purpose of this report is to give a short introduction to the MSI-70U Multi Sensor Fire Control System and to connect the documentation of the different parts of the system together. The report will also treat areas not covered in other reports in more detail.

(Documentation MSI-70U - General Review)

1 INNLEDNING

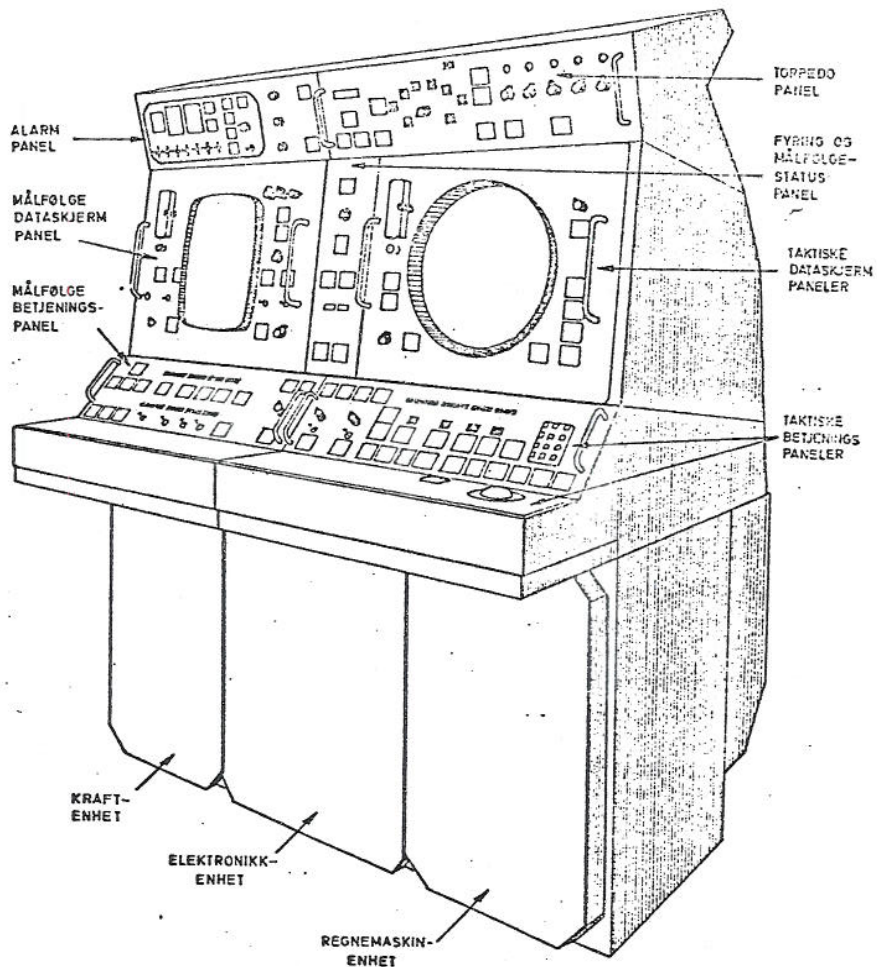
Hensikten med denne rapport er å gi en kort introduksjon til *Multi sensor ildledningsanlegget MSI-70U*. Videre vil rapporten gi en oversikt over de rapporter og notater som beskriver de enkelte deler av systemet, samt knytte disse sammen til en mer enhetlig dokumentasjon. Dessuten vil rapporten gi en mer fyldig beskrivelse av enkelte deler som ikke er behandlet i spesielle rapporter.

Multi sensor ildledningsanlegget MSI-70U er utviklet ved Forsvarets forskningsinstitutt i samarbeid med Kongsberg Våpenfabrikk, for anvendelse i undervannsbåter av Kobbenklassen. Anlegget som er bygget opp omkring den programmerbare sifferregnemaskin SM-303M (militær versjon av SM-3) erstatter det tidligere ildledningsanlegg og er både fysisk og elektrisk tilpasset undervannsbåtens øvrige utstyr. Anlegget er bygget opp i et modulsystem, hvor størrelsen av undervannsbåtens luker har vært avgjørende for modulenes maksimale størrelse. En utstrakt bruk av integrerte kretser og andre faststoffkomponenter montert på trykte kretskort, har gjort utstyret meget kompakt slik at det ikke opptar mer plass enn det tidligere anlegg, dessuten skulle dette redusere vedlikeholdsarbeidet betraktelig. Figur 1.1 viser en skisse av operatørkonsollet.

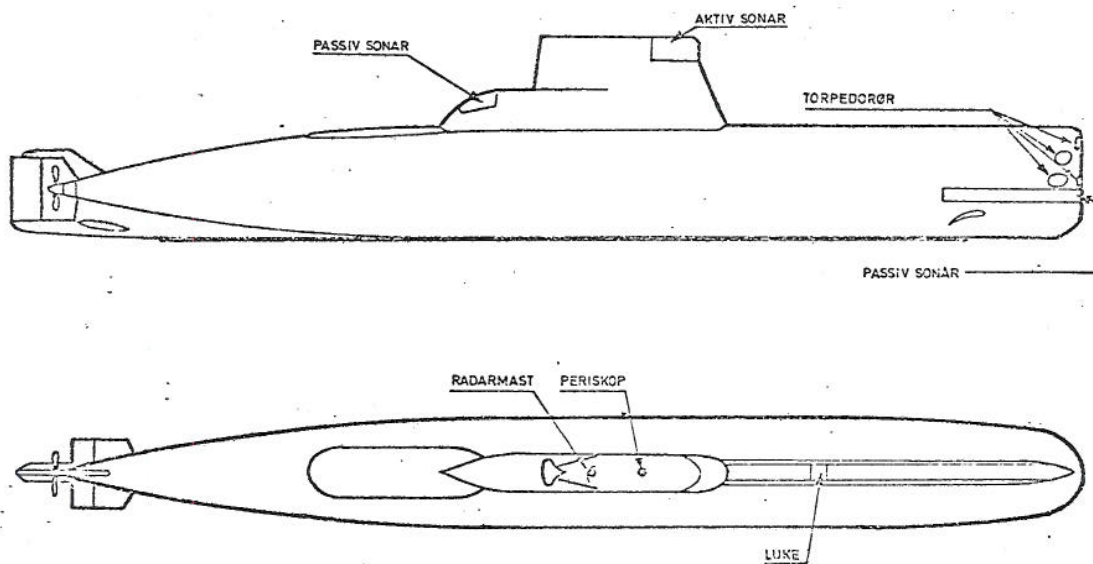
Den primære hensikt med MSI-70U ildledningsanlegget er å etablere nøyaktige posisjons- og hastighetskoordinater for fiendtlige mål samt å styre en eller flere torpedoer mot disse mål, slik at målene blir uskadeliggjort eller senket. "Multi sensor ildledning" tilkjenner at anlegget er basert på mottaking og behandling av målobservasjoner fra flere sensorer samtidig. MSI-70U er da også konstruert for maksimal utnyttelse av målobservasjoner fra samtlige av undervannsbåtens sensorer, samt tilrettelagt for utnyttelse av mer avanserte sensorer. Figur 1.2 viser plasseringen av sensorene.

Ildledningsanlegget benytter Kalman-filtrering i regnemaskin-behandlingen av data fra de enkelte sensorer, og det er lagt vekt på å optimalisere og automatisere beregningen av mål- og ildlednings data. Anlegget gir mulighet for hel- eller halvautomatisk innlesning av målobservasjoner, hel- eller halvautomatisk beregning av måldata, automatisk eller manuell styring av enkelt torpedoer eller torpedosalver; presentasjon av måldata og taktiske situasjonsbilleder m m. Dette gjør MSI-70U til et meget nøyaktig, fleksibelt og anvendbart ildledningsanlegg. Dessuten gjør det operatørens oppgave enklere. Figur 1.3 viser en enkel blokkskjematisk fremstilling av systemløsningen for MSI-70U.

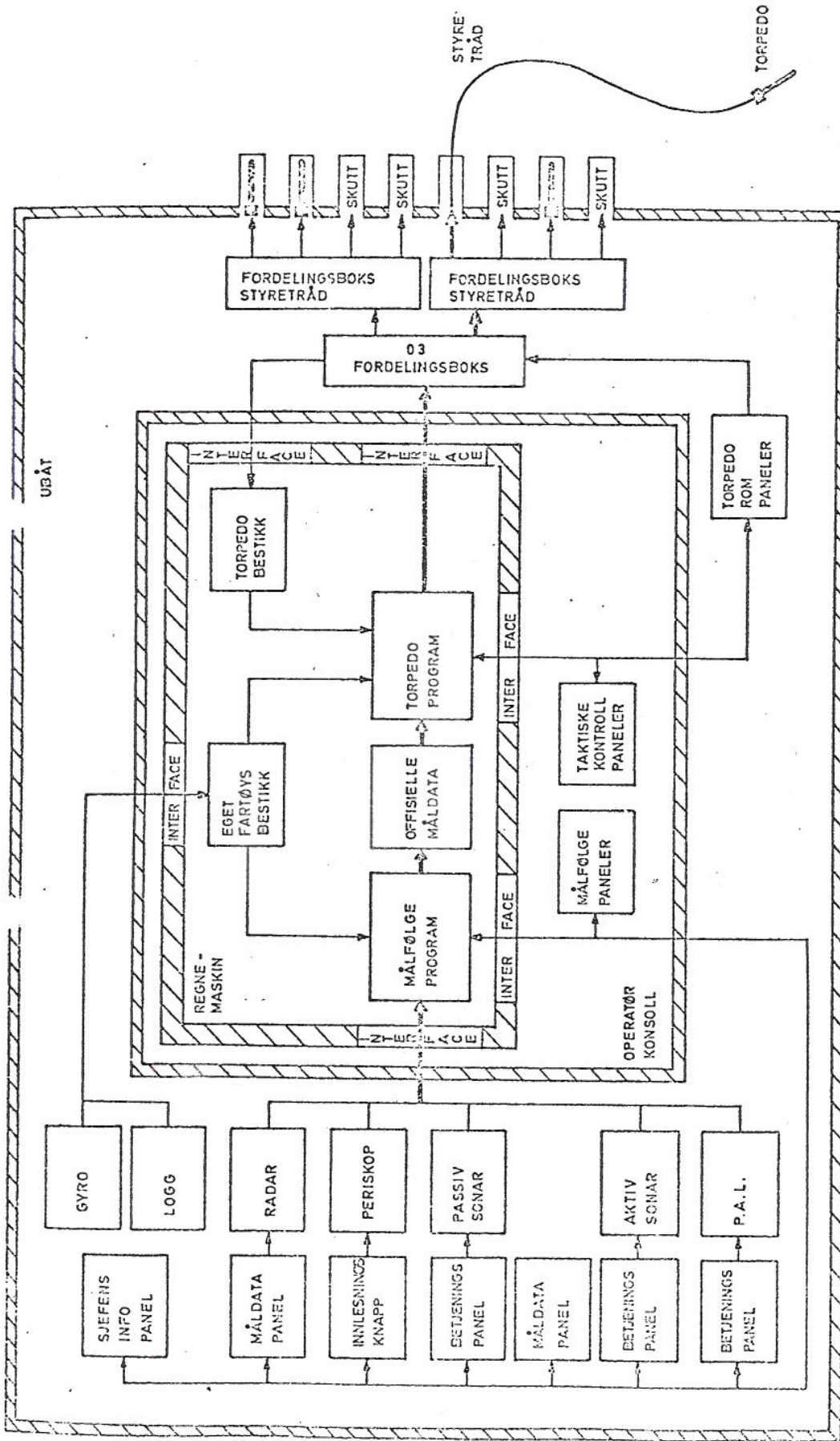
FORTROLIG



Figur 1.1 Operatørkonsoll for MSI-70U



Figur 1.2 Skisse av undervannsbåt med plassering av sensorer



Figur 1.3 Enkel blokkjematisk fremstilling av systemløsningen for MSI-70U

2 GENERELL SYSTEMBESKRIVELSE

2.1 Generelt

Ildledningsanlegget MSI-70U er primært utviklet for bruk i automatisk målfølgings- og torpedostyrings-modus, men anlegget kan dessuten benyttes for halvautomatisk målfølgning og manuell torpedostyring. Videre har operatørene muligheter til å produsere uavhengige prøveløsninger. Ved den automatiske operasjonsmodus blir de data som benyttes i vedkommende operasjon beregnet etter et fastsatt beregningsmønster uten manuell inngrep fra operatørene. Dette gir maksimal utnyttelse av observasjonsdata for målfølgning og torpedostyring, og den automatisk modus anbefales brukt unntatt i helt spesielle tilfeller.

En systembeskrivelse av ildledningsanlegget er gitt i Intern rapport E-182 (1) og modifikasjonene som er utført på prototypen er beskrevet i Notat S-243 (2). En skal i det etterfølgende kun gi en kort beskrivelse av systemet.

2.2 Målfølgning

2.2.1 Generelt

Målfølgning eller mål databeregning er den beregningsprosess som benytter sensordata og eget fartøys bestikk for beregning av mål data. Med betegnelsene sensordata, eget fartøys bestikk og mål data menes henholdsvis:

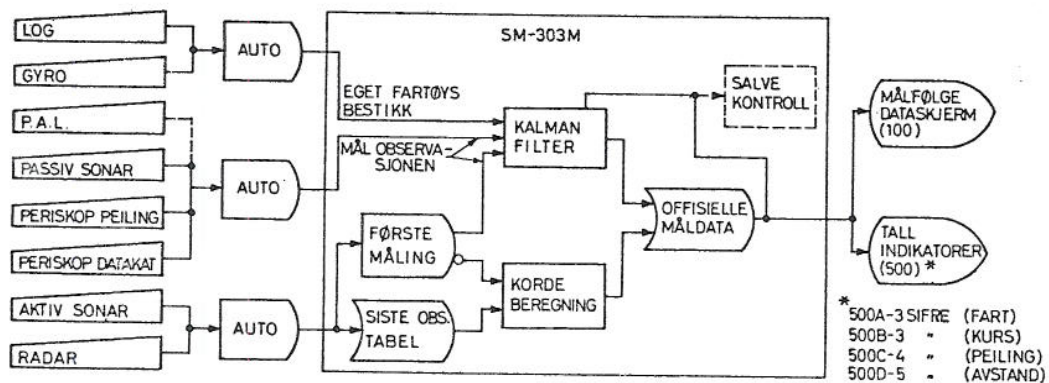
- a) Peiling og avstand til målet
- b) Egen kurs og fart
- c) Et løpende estimat av målets posisjon, kurs og fart

2.2.2 Automatisk målfølgning

Ved automatisk målfølgning benytter regnemaskinen i tillegg til eget fartøys bestikk, data fra en eller flere av følgende sensorer:

- a) Passiv sonar (peiling)
- b) Periskop (peiling og avstand)
- c) Radar (peiling og avstand)
- d) Aktiv sonar (peiling og avstand)

Anlegget er dessuten forberedt for tilknytting til passiv akustisk lokalisator PAL (peiling og avstand). Videre er det mulighet for manuell innlesning av avstand, peiling, kurs, baugvinkel og fart. Passiv sonar opereres kontinuerlig, de tre andre sensorer kun etter instruksjoner fra operatøren. Figur 2.1 viser et prinsippdiagram for automatisk målfølgning. Appendiks A gir forklaring på de tegn som er benyttet.



Figur 2.1 Automatisk målfølgning - prinsippdiagram

Vanligvis vil det automatiske målfølgingsestimater eller offisielle måldata fremkomme ved hjelp av en beregningsprosess som er kalt Kalmanfiltrering. K-filter prosessen skiller ikke mellom nøyaktige (aktive) og unøyaktige (passive) data, men integrerer alle innkomne sensordata. Prosessen trenger derfor forholdsvis mange observasjoner og dermed lang tid for å frembringe et godt estimat. Den er derfor best egnet for passive observasjoner. Dersom det i løpet av et fastsatt tidsintervall forekommer minst to aktive observasjoner, vil en spesiell beregningsprosess, Kordeløsning-prosessen, benyttes for å beregne de offisielle måldata. Overgangen mellom de to automatiske beregningsprosessor krever ikke operatøringreper utover å betjene de riktige sensorer.

2.2.3 Halvautomatisk målfølgning

Målfølgeoperatøren har tilgjengelig en hjelpefunksjon som kan anvendes for å evaluere de offisielle måldata. Hjelpefunksjoner som er benevnt peileavviksmetoden, er halvautomatisk. Den kan benyttes for et mål av gangen og benytter data fra følgende sensorer:

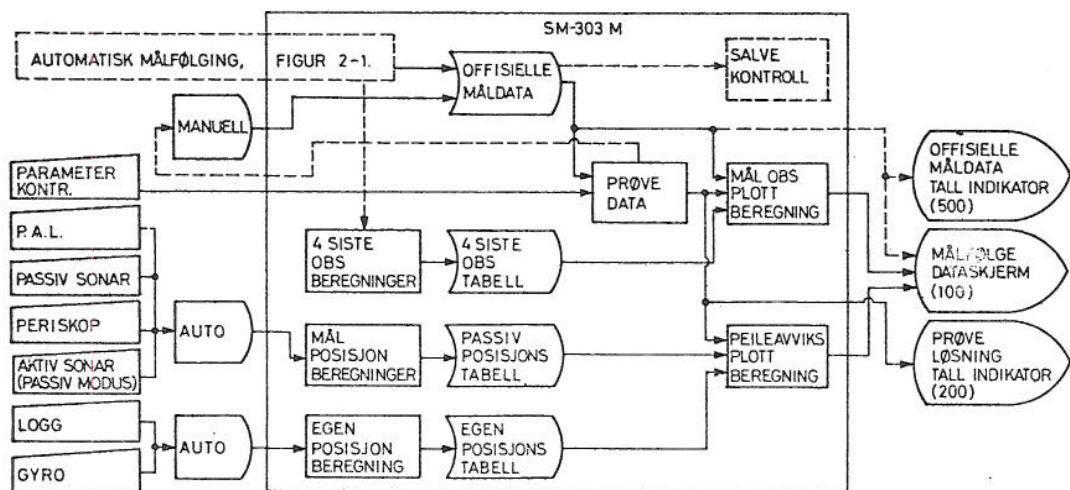
- a) Passiv sonar
- b) Aktiv sonar (passiv modus)
- c) Periskop

De måldata som fremkommer ved bruk av peileavviksmetoden (3), kalles prøvedata eller prøveløsning. Den halvautomatiske målfølgning startes opp ved at operatøren setter opp følgende prøvedata på en spesiell sifferindikator:

- a) Avstand
- b) Peiling
- c) Kurs
- d) Fart

Etter valg kan avstand beregnes automatisk. Figur 2.2 viser et prinsippdiagram av den halvautomatiske målfølgning.

Prøveløsningen kontrolleres ved hjelp av et peileavviksplot på målfølge dataskjermen, som viser avviket mellom peiling fra sensorene og den oppsatte prøveløsning. Ved å betrakte mønsteret på peileavviksplotet, kan operatøren bestemme hvilke parametre som må korrigeres for at peileavviket skal kunne elimineres. Desto mindre avvik, desto mer nøyaktig prøveløsning. Både den offisielle målløsning og prøveløsningen blir presentert på sifferindikatorer. Skulle den offisielle målløsning ikke stemme overens med prøveløsningen, kan operatøren korrigere de nødvendige data for den offisielle målløsning.

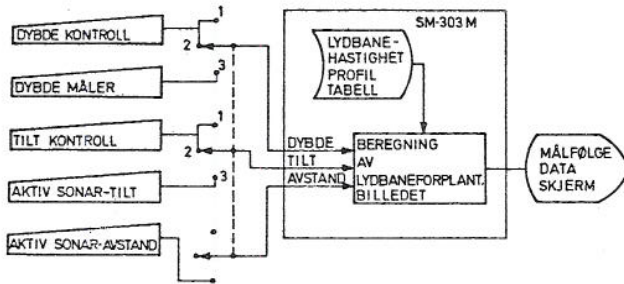


Figur 2.2 Halvautomatisk målfølgning - prinsippdiagram

2.2.4 Lydbaneberegninger

Målfølge operatøren kan få presentert 3 forskjellige lydbaneplott på målfølgedataskjermen. Disse plott anvendes som et sekundært hjelpemiddel i målfølgingen og overvåkingen av den taktiske situasjon. På grunnlag av manuelt avlest lydbanehastighetsprofil kan lydbaneforplantningsbilledet beregnes på følgende 3 måter:

- I modus 1 beregnes en lydbane ut fra angitt dybde og horisontalt svingetilt.
- I modus 2 beregnes 3 lydbaner ut fra angitt dybde og +3, 0 og -3 graders avvik fra angitt svingetilt.
- I modus 3 beregnes lydbaner for avstand og svingetilt målt med den aktive sonaren og dybde målt på dybdemåleren. Det vises lydbaner for opptil de 3 siste ping (utsendte lydimpulser).



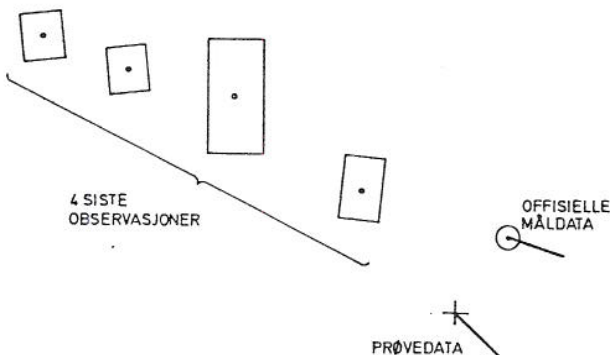
Modus 1 og 2 benyttes for undersøkelse av gunstig valg av dybde for egen undervannsbåt og modus 3 for beregning av dybde for undervannsbåt-mål. Figur 2.3 viser en prinsippsskisse av lydbaneberegningen.

Figur 2.3 Beregning av lydbane-forplantningsbilledet - prinsippdiagram

2.2.5 Presentasjon av målfølgingsdata

Både de offisielle måldata og prøveløsningen presenteres kontinuerlig på de respektive sifferindikatorer. Indikatorene viser avstand, peiling, kurs og fart. Målfølgeoperatøren kan dessuten få presentert følgende på målfølgedataskjermen:

- Målobservasjonsplott.* Et geografisk bilde bestående av de 4 siste målobservasjoner fra aktive sensorer eller periskop med usikkerhets rektangel, offisielle måldata samt prøvedata.
- Peileavviksplott* som viser avviket mellom peiling beregnet ut fra sensordata og peiling beregnet ut fra prøvelesningen.
- Tidspeileplott* som viser et av målenes bevegelse ut fra de foretatte peilinger eller eget fartøys kurshistorie.
- Lydforplantningsbillede* som kan vises i tre forskjellige modi.
- Radarbilledet.* Det taktiske radar-billede kan overføres fra den taktiske dataskjerm.



Figur 2.4 viser et typisk målobservasjonsplott.

Figur 2.4 Typisk målobservasjonsplott

FORTROLIG

2.3 Presentasjon av taktisk informasjon

2.3.1 Generelt

Den taktiske informasjon består primært av data om posisjon, kurs og fart for eget fartøy, mål og salver. Informasjonen blir presentert på den taktiske dataskjerm, på datakategori sifferindikatorene på det taktiske kontrollpanel, samt på enkelte av de eksterne panelene. Den taktiske informasjon benyttes i evalueringen av den taktiske situasjon samt som underlagsmateriale for operative og taktiske beslutninger i forbindelse med salvekontroll.

2.3.2 Presentasjon på taktisk dataskjerm

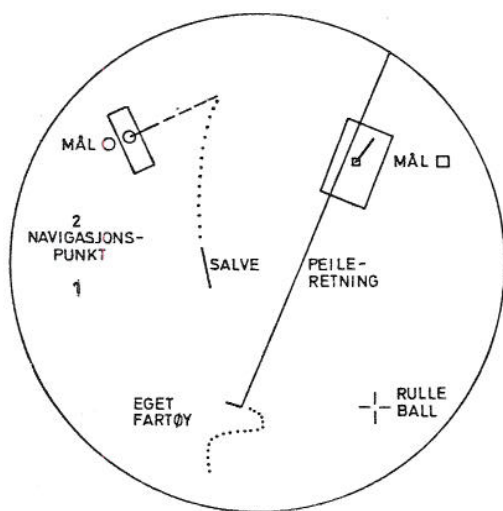
På den taktiske dataskjerm vises et taktisk situasjonsbillede som inneholder følgende:

- Eget fartøys posisjon med fartsvektor samt eget fartøys bestikk for siste 15 minutter.
- En eller to målposisjoner med kurs/fartsvektor samt usikkerhetsrektangel.
- Fartsvektor og prediktert salveløp for opptil to salver på samme tid.

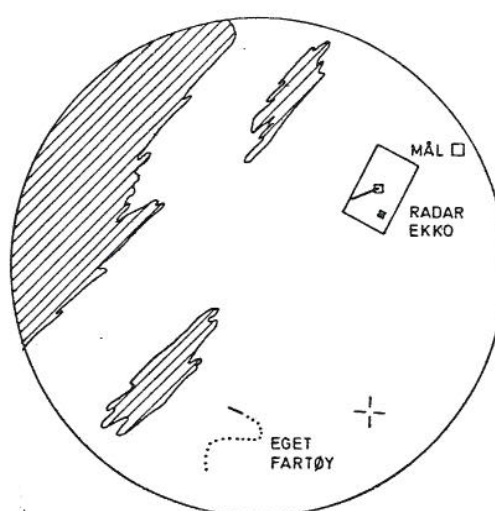
Dessuten kan følgende informasjon inkluderes på dataskjermen:

- Radar bilde.
- Torpedo prøvelesning.
- Opp til 4 navigasjonspunkter.
- Kontinertlig rettvisende peilevektor (fra eget fartøy) for passiv sonar, aktiv sonar eller periskop.
- Rulleballmerke.

Typiske taktiske situasjonsbilleder er vist på figurene 2.5 og 2.6. All informasjon på den taktiske dataskjerm kan vises i sann eller relativ bevegelse med nord øverst på dataskjermen. Dessuten kan situasjonsbilledet vises konsentrisk ut fra eget fartøys posisjon.



Figur 2.5 Typisk taktisk situasjonsbillede



Figur 2.6 Typisk taktisk situasjonsbillede med radar

2.3.3 Presentasjon på datakategori sifferindikatorer

På de fire datakategori sifferindikatorene kan den taktiske operatør velge følgende informasjon:

- a) *Måldata* for et av de to mål som følges av den automatiske målfølger, Følgende data kan settes opp: avstand, peiling, kurs, fart, peilerate, fart ut/inn, tverrfart og baugvinkel. Fire datakategorier kan settes opp samtidig og det er fire kombinasjonsmuligheter. Ved manuell innlesning av avstand, peiling, kurs, fart og baugvinkel vises enten avstand, peiling, kurs og fart eller avstand, peiling, baugvinkel og fart.
- b) *Salvedata* med følgende informasjon; fortløpende rettvise torpedokurs i grader, resterende trådlengde i meter, tid i sekunder til neste treff og løpslengde i meter målt fra salve til mål. |
- c) Torpedoprøveløsning med følgende data: treffvinkel i grader mellom målkurs og torpedokurs i trefføyeblikket, resterende trådlengde i meter ved treff, tid i sekunder mellom firing og treff, og løpslengde i meter målt langs torpedobanen.
- d) Avstand og peiling fra eget fartøy til rulleballmarkøren eller fra et navigasjonspunkt til rulleballmarkøren.
- e) Egen kurs og fart.
- f) Løpstid for et av målene.
- g) I forbindelse med innlesning av data kan en dessuten ha: lydastighetsdata, torpedodata og salvespredning.

2.4 Torpedo prøveløsning

2.4.1 Generelt

En prøveløsning er et forenklet bilde av den torpedobane man ville få dersom torpedo ble skutt i det øyeblikk man initierte prøveløsningsberegningen. En prøveløsning er m a o bare relevant *før* en valgt torpedo er skutt. Man kan tenke seg en engasjement-situasjon bestående av:

- eget fartøy (OS) med valgt torpedo (TP) i rør - ikke fyrt
- målfartøy (TGT)

På et tidspunkt i engasjementsutviklingen vil man ønske å få et overblikk over den taktiske situasjon i øyeblikket. Dette oppnås ved at man på det taktiske display får presentert den geometriske situasjon samt den torpedobane man ville få dersom firing ble iverksatt. Kort sagt ønsker man å granske konsekvensene av firing i et gitt tidspunkt.

2.4.2 Formål

Formålet med en prøveløsning er at denne gir mulighet til en taktisk vurdering av:

- om situasjonen er slik at TP nå bør fyres
- om man bør vente med å fyre
- om det er for sent å fyre
- om man ved å manøvrere OS kan forbedre den taktiske situasjon, og i så fall hvordan manøver bør foretas

Prøveløsning kan etter valg beregnes i følge en av de to hovedstyringsmodi man opererer med:

- a) Kollisjonspunkt
- b) Siktelinje

Torpedobanen vil ved kollisjonspunkt fremkomme som en rett bane, ved siktelinje vil man få en krum bane.

2.4.3 Forutsetninger

En enkel prøveløsning kan beregnes under følgende forutsetninger/forenklinger:

- a) Prøveløsningen gjennomføres for en enkelt-torpedo, evt for tyngdepunktstorpedoen i en salve.
- b) Torpedo antas å løpe ut uavhengig av eget fartøys kurs i skuddøyeblikket. Dette er en streng forutsetning.

Den kurs TP starter ut på, er avhengig av hvilken styringsmodus som er valgt:

- ved siktelinjemodus løper TP ut langs siktelinjen
- ved kollisjonspunktmodus løper TP ut på kollisjonskurs

- c) Torpedo løper ut med full hastighet, d v s intet førsteløp.
- d) Målfartøy antas å gå på rett kurs med konstant fart i det tidsrom torpedoløpet antas å vare.
- e) For eget fartøy gjøres samme antagelse som for TGT under d). Prediksjonen i prøveløsningsberegningene baserer seg på forutsetningene i d) og e).
- f) Ved siktelinjemodus er det antatt at man kan gi TP kontinuerlig vinkelendring. I virkeligheten kan TP bare gis diskret vinkelkorleksjon.

2.5 Salvekontroll

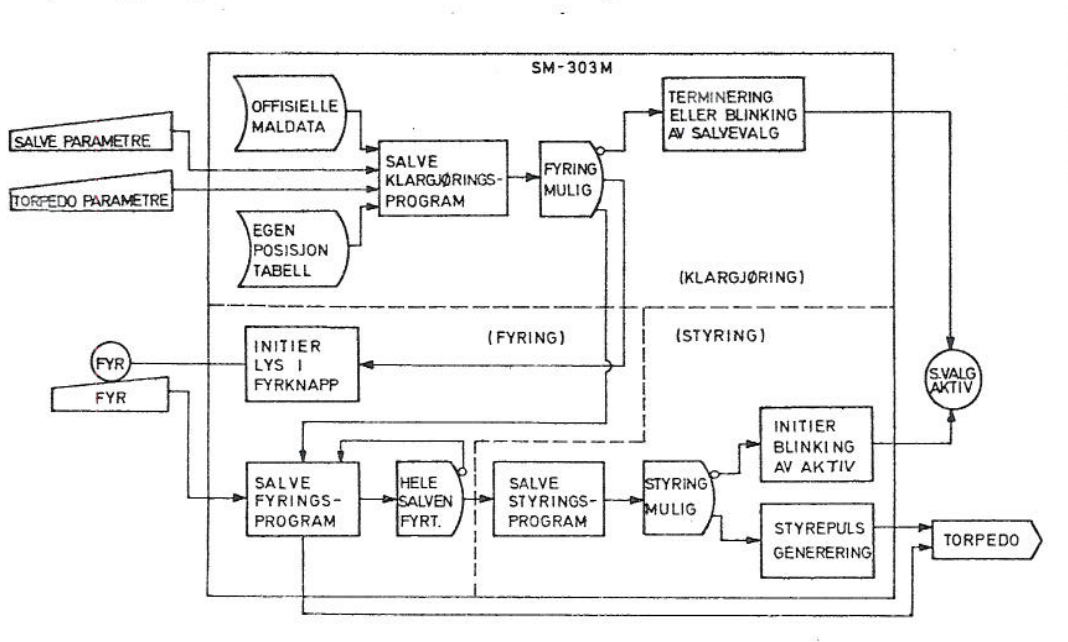
2.5.1 Generelt

Salvekontroll omfattes av de systemmessige og operative funksjoner som gjennomløpes fra og med en salve velges til salven har utført sin misjon eller blir terminert på annen måte. Kobben-klassen undervannsbåter benytter TP-61 og Mk-37 Mod 2 typer torpedoer, som begge kan trådstyres ved hjelp av MSI-70U. TP-61 er en relativt hurtig torpedo som er beregnet på overflatemål. Mk-37 Mod 2 er en forholdsvis langsomtgående torpedo utstyrt med eget heimeutstyr som gjør den spesielt egnet for undervannsmål.

Den taktiske operatørs kontroll av salver er nøye knyttet til evaluering av den taktiske situasjon. Salvekontroll av TP-61 og Mk-37 Mod 2 torpedoer inndeles i følgende hovedfunksjoner:

- a) Salveoperasjon b) Salveløp c) Salvestyring

Et prinsippdiagram for salvekontroll er vist i figur 2.7.



Figur 2.7 Salvekontroll - prinsippdiagram

2.5.2 Salveoperasjon

2.5.2.1 Generelt

Bortsett fra torpedoromsbetjeningens klargjøring av torpedoer og torpedorør, er det den taktiske operatør som betjener og overvåker operasjonen av salvene. Salveengasjementet består av følgende hovedpunkter:

- a) Oppsetting
- b) Fyring
- c) Løp
- d) Terminering

2.5.2.2 Oppsetting

Oppsetting av en salve består i å sette opp følgende funksjoner på det taktiske operatørpanel:

- a) Valg av salvenummer
- b) Valg av mål
- c) Valg av styringsmodus
- d) Valg av spredning
- e) Valg av torpedotype, -rør
- f) Valg av antall torpedoer i salven
- g) Eventuelt valg av Mk-37 parametre

Det kan kun settes opp en salve av gangen, men det kan settes opp en ny salve mens den første salve styres mot målet. Begge salvene kan styres samtidig. Det kan velges mellom *siktelinje-, kollisjonspunkt- og manuell-styring* samt *ustyrt salve*. For siktelinje- og kollisjonspunkt-styring benyttes *lengdespredning* mens det for ustyrte salver benyttes *vinkel-spredning*.

En trådstyrt salve kan maksimalt bestå av 6 stk TP-61 eller 1 stk MK-37 torpedoer, mens en ustyrt salve maksimalt kan bestå av 6 stk TP-61 torpedoer.

2.5.2.3 Fyring

Fyring av en salve initieres av den taktiske operatør ved å vri sikringsnøkkelen til usikret posisjon og trykke på fyringsknappen. Fyring kan først utføres etter at en rekke regnemaskin programmer er gjennomløpet og det lyser i fyringsknappen. Det er dessuten muligheter for nød-fyring fra både konsollet og i torpedorommet dersom den automatiske fyring skulle svikte.

2.5.2.4 Løp

Salvens løpsfase kontrolleres av regnemaskinen med unntak av den kontroll som den taktiske operatør måtte utøve ved for eksempel å endre de innleste salveparametre eller gå over til manuell styring. Styring vil bli nærmere behandlet senere.

2.5.2.5 Terminering

Terminering av en salve kan skje både automatisk og manuelt og kan foretas både før og etter fyring. Før salven er fyrt, kan terminering skje i følgende tilfeller:

- a) Målets kurs og fart umuliggjør treff før styretråden er oppbrukt.
- b) Målets posisjon er innenfor MK-37 torpedoens svingeradius.

Automatisk terminering effektueres dersom:

- a) Styretråden er oppbrukt.
- b) Oppnådd første løp (enabling distance) i sirkulært søkemodus for MK-37 torpedoer.
- c) Oppnådd nærsone (close in) i slange søkemodus for MK-37 torpedoer.

Den automatiske terminering utføres bare dersom det er umulig eller meningsløst å fortsette trådstyringen av torpedoene i en salve. Den taktiske operatør kan manuelt terminere en salve når han ut fra den taktiske situasjon finner dette ønskelig.

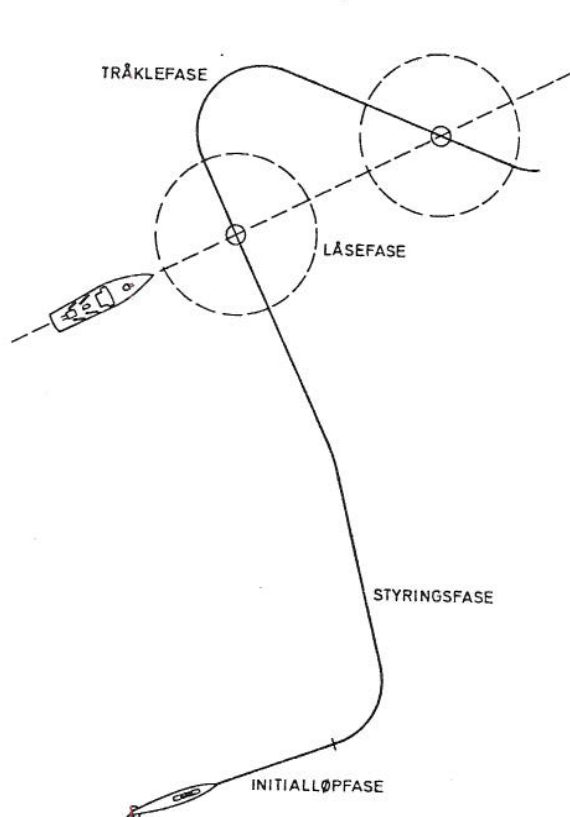
2.5.3 Salveløp

2.5.3.1 Generelt

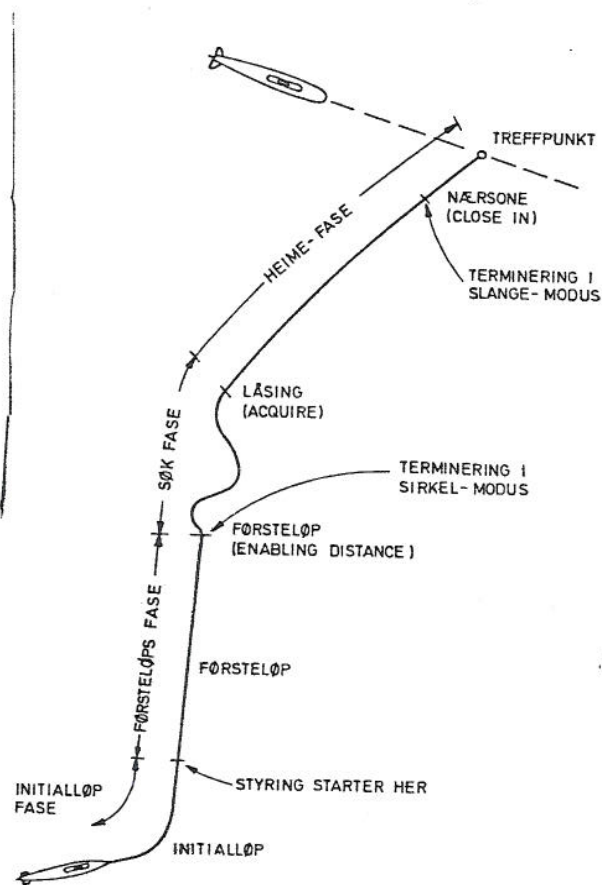
Tiden mellom firing av den første torpedoen i en salve og termineringen av hele salven kalles *løpsfasen*. Siden MK-37 har eget heimeutstyr, vil løpsfasen bli en del forskjellige for de to torpedotyper. Generelt inndeles salveløpet i følgende faser:

- Initialløpsfasen
- Styringsfasen
- Låsefasen
- Tråklefasen

Figurene 2.8 og 2.9 viser typiske salveløp for henholdsvis TP-61 og MK-37 torpedoer.



Figur 2.8 Typisk salveløp, TP-61 torpedo



Figur 2.9 Typisk salveløp, MK-37 torpedo

2.5.3.2 Initialløpsfasen

I initialløpsfasen blir torpedoene ikke styrt av regnemaskinen, men i henhold til presatte parametre. Denne fase er nødvendig da en torpedo ikke bør styres av regnemaskinen før den er kommet opp i full hastighet, dessuten er det av sikkerhetsmessige grunner hensiktsmessig at torpedoen forandrer dybde og fjerner seg fra undervannsbåten før den

styres av regnemaskinen. Initialfasen for TP-61 er rettlinjet og ca 100 m. For MK-37 er initialfasen tilstrekkelig til at torpedoen har innstilt seg på kollisjonskursen som er presatt i gyroen.

2.5.3.3 Styringsfasen

Styringsfasen er forskjellig for de to torpedotyper, i og med at MK-37 torpedoen har eget heimeutstyr. Styringsfasen varer inntil torpedoen låses til et bestemt mål. De forskjellige prinsipper for styring vil bli behandlet under salvestyring.

2.5.3.4 Låsefasen

Når torpedoene kommer så nær målet at det ikke lenger er hensiktsmessig å styre disse med regnemaskinen, vil TP-61 torpedoen bli låst til kollisjonskursen og for MK-37 torpedoen vil kontrollen bli overtatt av dens egen heimer.

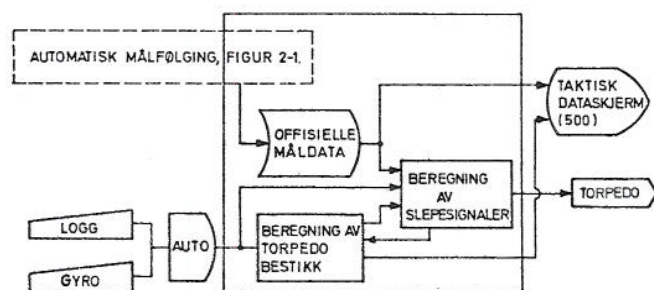
2.5.3.5 Tråklefasen

Dersom en salve bommer på målet, vil tråklefasen være aktuell. For kollisjonspunkt styring vil da regnemaskinen automatisk overta styringen og styre torpedoen mot en ny kollisjonskurs. Dersom man har benyttet siktelinjestyring, må overgangen fra låsefasen til tråklefasen utføres manuelt.

2.5.4 Salvestyring

2.5.4.1 Generelt

Det er ingen prinsipiell forskjell på styringsformene for de to torpedoene. De er begge trådstyrte og styringen foregår ved at det sendes styresignaler fra MSI-70U til torpedoene.



Det kan velges mellom følgende styreformers:

- Kollisjonspunkt styring
- Siktelinje styring
- Manuell styring
- Ustyrt salve

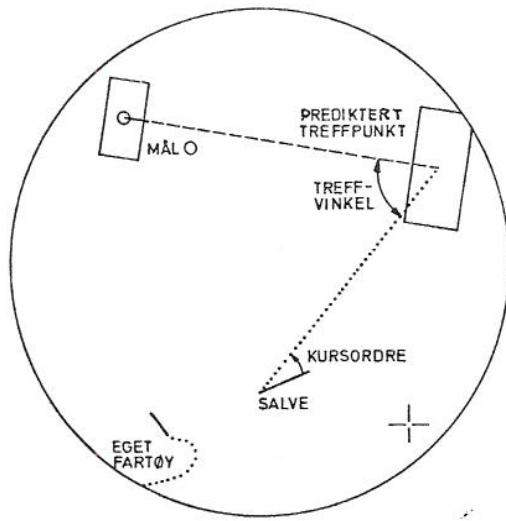
Prinsippet for automatisk trådstyring er vist i figur 2.10.

Figur 2.10 Automatisk torpedostyring - prinsippdiagram

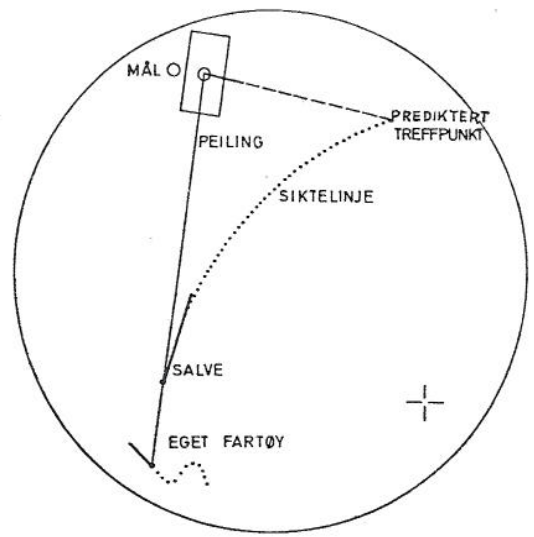
2.5.4.2 Kollisjonspunkt styring

Torpedostyring etter kollisjonspunkt-prinsippet består i at torpedoene styres mot et beregnet treffpunkt. Dette punkt ligger på forlengelsen av målkursen som vist i figur 2.11. Beregningene er foretatt ut fra rettlinjede bevegelser og avvik fra dette vil medføre en styreimpuls til torpedoen. Beregningsprosessen og kursordre til torpedoene foregår automatisk.

Kollisjonspunkt styring krever forholdsvis gode måldata, men er prinsipielt den beste styremodus da den styrer torpedo-salven den korteste og retteste vei for å avskjære målet. Denne styremodus er dessuten den eneste styremodus som gjennomfører tråklefasen helt automatisk.



Figur 2.11 Styring etter kollisjonspunktprinsippet

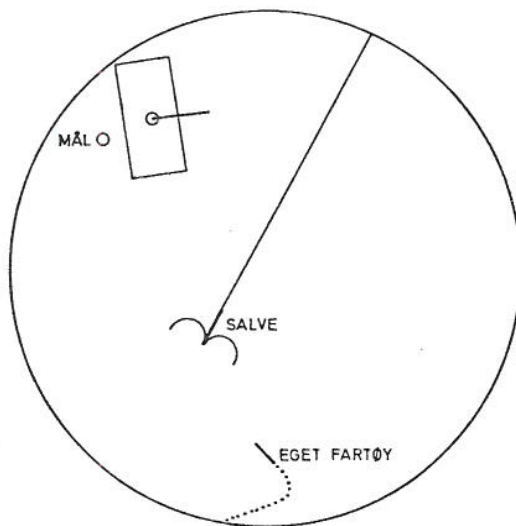


Figur 2.12 Styring etter siktelinjeprinsippet

2.5.4.3 Siktelinjestyring

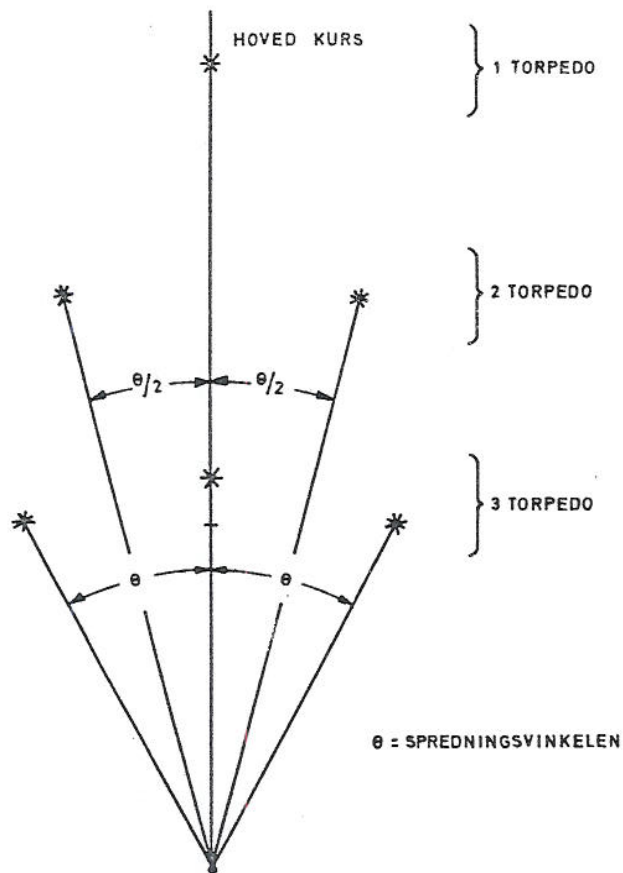
Torpedostyring etter siktelinjeprinsippet består i at torpedoene styres slik at deres posisjon til enhver tid ligger på siktelinjen (peilingen) mellom eget fartøy og målet som vist på figur 2.12. Regnemaskinen sørger for at torpedoen svinger seg inn på - og siden holdes på - siktelinjen ved at siktelinje-programmet gjennomregnes med korte tidsintervaller og de beregnede styreordre sendes ut til torpedoen.

2.5.4.4 Manuell styring



Figur 2.13 Manuell styring med kursforlengelse og svingradius

I manuell styring foretas ingen automatisk beregning av styreordre, men den taktiske operatør gir styreordre ved å manipulere en 3-posisjon kippbryter som gir styrbordingen-babord styreordre. Holdes bryteren i en av ytterstillingene, vil torpedoen svinge med minimum svingradius. Figur 2.13 viser dataskjermrepresentasjonen av manuell styring med kursforlengelse og svingradius. (Under manuell styring vil torpedobestikket oppdateres automatisk slik at det er mulig å gå over til automatisk styring.)



Figur 2.14 Spredning ved ustyrt salve

Den taktiske operatør kan ved oppstillingen av en salve velge en ustyrt operasjonsmodus. Etter at initialløpet er fullført, vil den taktiske operatør i transisjonsløpet styre salven mot rulleballmerket og sette opp den ønskede spredning. Fordelingen av torpedoene i salven gjøres som illustrert i figur 2.14. Etter at torpedoene er styrt inn på riktig kurs, vil styringen termineres og torpedoen fortsette inntil den treffer målet eller til drivstoffet er brukt opp. MK-37 torpedoen vil gjennomgå søk- og heimefasen på vanlig måte.

3 FUNKSJONSBESKRIVELSE

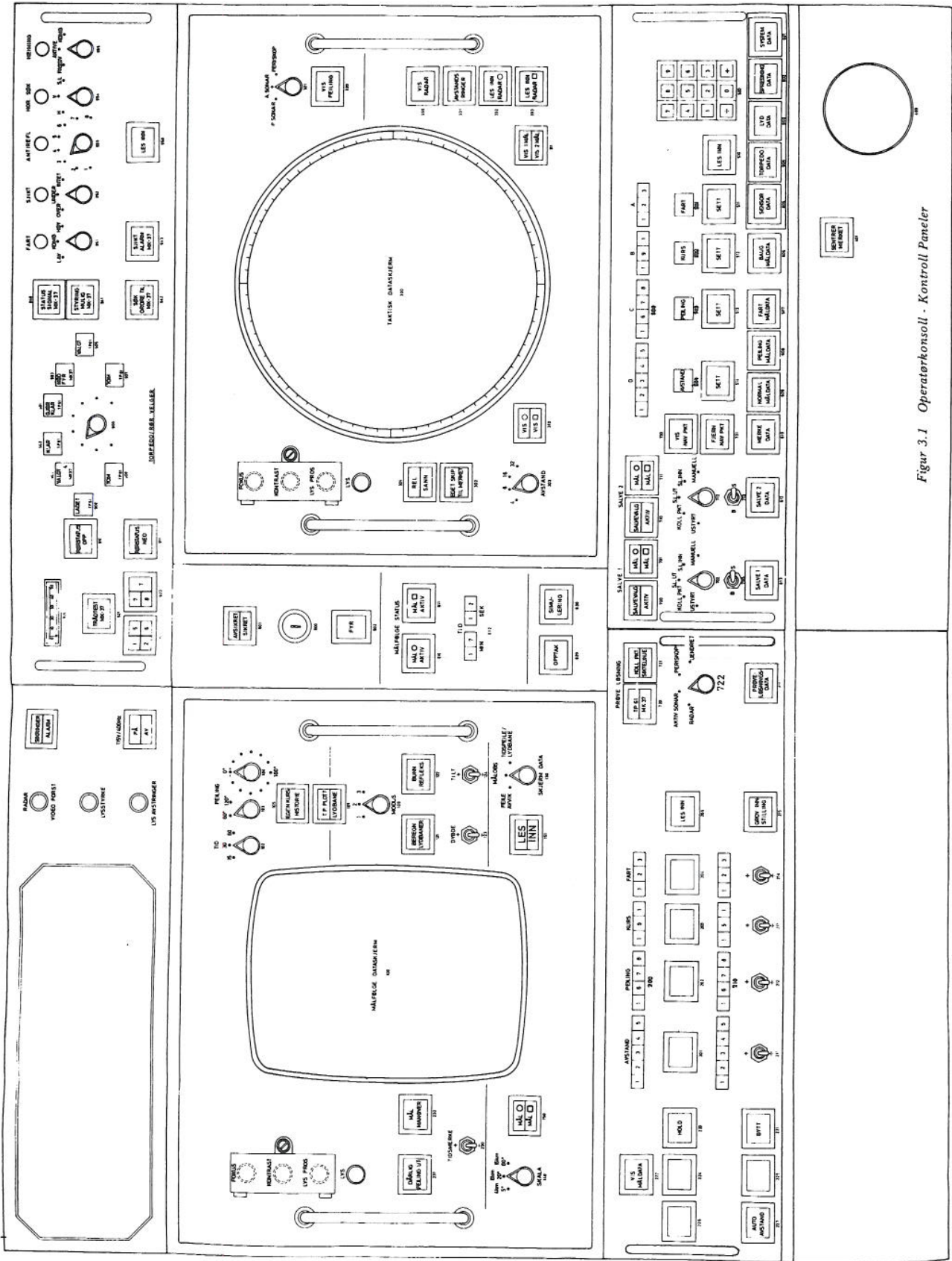
3.1 Generelt

En funksjonsbeskrivelse av MSI-70U er gitt i Intern rapport E-183 (4). Funksjonsbeskrivelsen gir operatørene en beskrivelse av alle funksjoner og operasjonsmodi som kan oppnås ved aktivisering av anleggets forskjellige trykknapper, kippbrytere og vendere. Beskrivelsen er oppdelt i følgende hovedavsnitt:

- Målfølgings funksjoner
- Funksjoner for taktisk evaluering
- Funksjoner for salvekontroll
- Spesielle funksjoner
- Eksterne panelfunksjoner

De enkelte trykknapper, kippbrytere, vendere o l er på figurene og i teksten gitt et nummer. Disse nummer er benyttet for å lette oversikten, mer er ikke tatt med på selve panelene. Appendiks B gir en oversikt over alle indikatorer, trykknapper og vendere i MSI-70U systemet, ordnet etter nummer.

En skal i det etterfølgende gi en kort beskrivelse av de enkelte hovedfunksjoner.



Figur 3.1 Operatørkonsoll - Kontroll Paneler

3.2 Målfølgingsfunksjoner

3.2.1 Generelt

Målfølgingsfunksjonen tas vare på av målfølgeoperatøren som opererer på venstre siden av operatørkonsollet (figur 3.1). Til målfølgefunksjonene hører de funksjoner som beregner de offisielle måldata og prøveløsning samt de funksjoner som utføres i forbindelse med disse beregninger. Målfølgingsfunksjonene kan inndeles i følgende hovedfunksjoner:

- a) Oppstartning og terminering
- b) Målvalg
- c) Målfølging
- d) Målfølgeplott
- e) Prøveløsning
- f) Hjelpfunksjoner

3.2.2 Oppstartning og terminering

Oppstartning og terminering av målfølgingen gjøres på trykknappene Mål \circ Aktiv (810) eller Mål \square Aktiv (811). Ved oppstartning tildeles det aktuelle målet de nødvendige data, tabeller og lignende i regnemaskinen og deretter starter beregningen av målløsningen og innlesning av data. Målfølgetiden siden oppstartning vises på tallindikatoren (812) i henhold til målvalg (310).

3.2.3 Målvalg

Ildledningsanlegget kan følge 2 mål på samme tid, og disse målene kalles henholdsvis Mål \circ og Mål \square . Bare et mål kan betjenes samtidig, og dette velges på Mål \circ /Mål \square (150)

3.2.4 Målfølging

3.2.4.1 Generelt

Hensikten med målfølgingen er å etablere nok data om målets posisjon, kurs og fart til å kunne styre en eller flere torpedoer mot målet. Målfølgingen kan som nevnt i avsnitt 2, utføres i to forskjellige beregningsmodi:

- a) Automatisk
- b) Halvautomatisk

3.2.4.2 Automatisk målfølging

I automatisk målfølgingsmodus avleses passiv sonar (senere også Passiv Akustisk Lokalisator) med en fast frekvens, under forutsetning at den er satt i Automatisk operasjonsmodi. De øvrige sensorer avleses etter bestemmelse av den enkelte sensoroperatør. Målingene fra alle sensorer, inkludert baug måldata (606), blir automatisk filtrert i K-filteret og de offisielle måldata vises i tallindikatorene (200). Indikatorene viser avstand (5 siffer), peiling (4 siffer), kurs (3 siffer) og fart (3 siffer). Målfølgingsoperatørens inflytelse på prosessen er kun valget av sensorer som skal benyttes, samt valg av mål \square eller mål \circ (150) som skal vises. Et prinsippdiagram for automatisk målfølging er vist i figur 2.1.

3.2.4.3 Halvautomatisk målfølging

Ved halvautomatisk målfølging fungerer den automatiske målfølging som beskrevet ovenfor, men målfølgingsoperatøren kan direkte influere på målets tilstandsvektor (offisielle måldata) (200) ved å overføre data fra en prøveløsning (210) ved hjelp av trykknappbryteren, les inn (205). Et prinsippdiagram for halvautomatisk målfølging er vist i figur 2.2.

3.2.5 Målfølgeplott

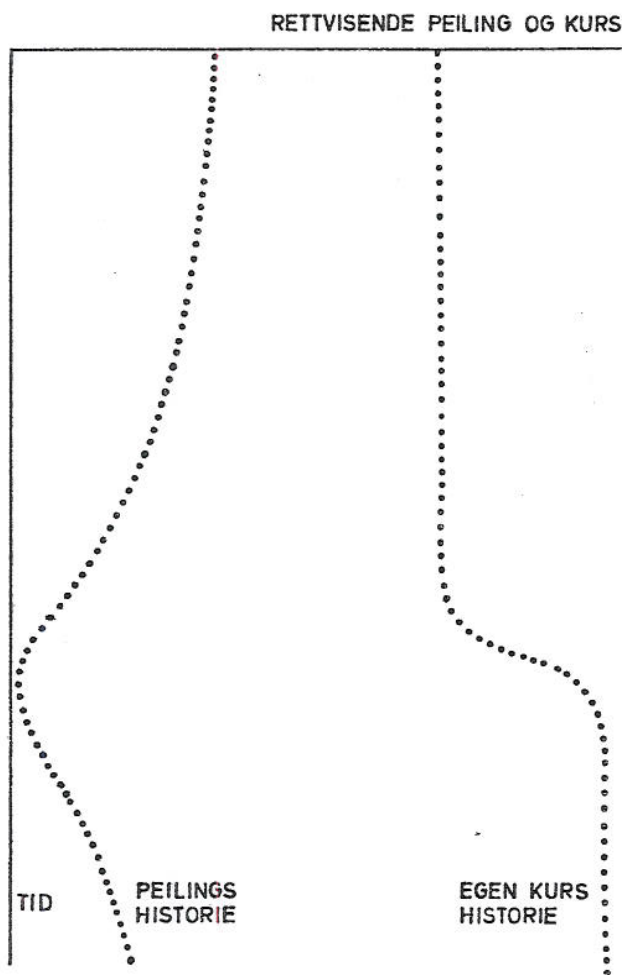
3.2.5.1 Generelt

Målfølgeskjermen (100) benyttes til fremvisning av 4 forskjellige hovedgrupper av informasjoner:

- Tids-peile-plott og egen kurs historie
- Lydbane-plott
- Målobservasjons-plott
- Peileavviks-plott

Valget mellom peileavvik, målobs og tidspeile/lydbane gjøres på skjerm-data vender (130), valget mellom tidspeile-plott og lydbane-plott gjøres på trykknapp tp-plott/lydbane (101) og valget av egen kurs historie på trykknapp egen kurs historie (105).

3.2.5.2 Tidspeileplott og egen kurs historie



Figur 3.2 Tidspeileplott med egen kurs-historie

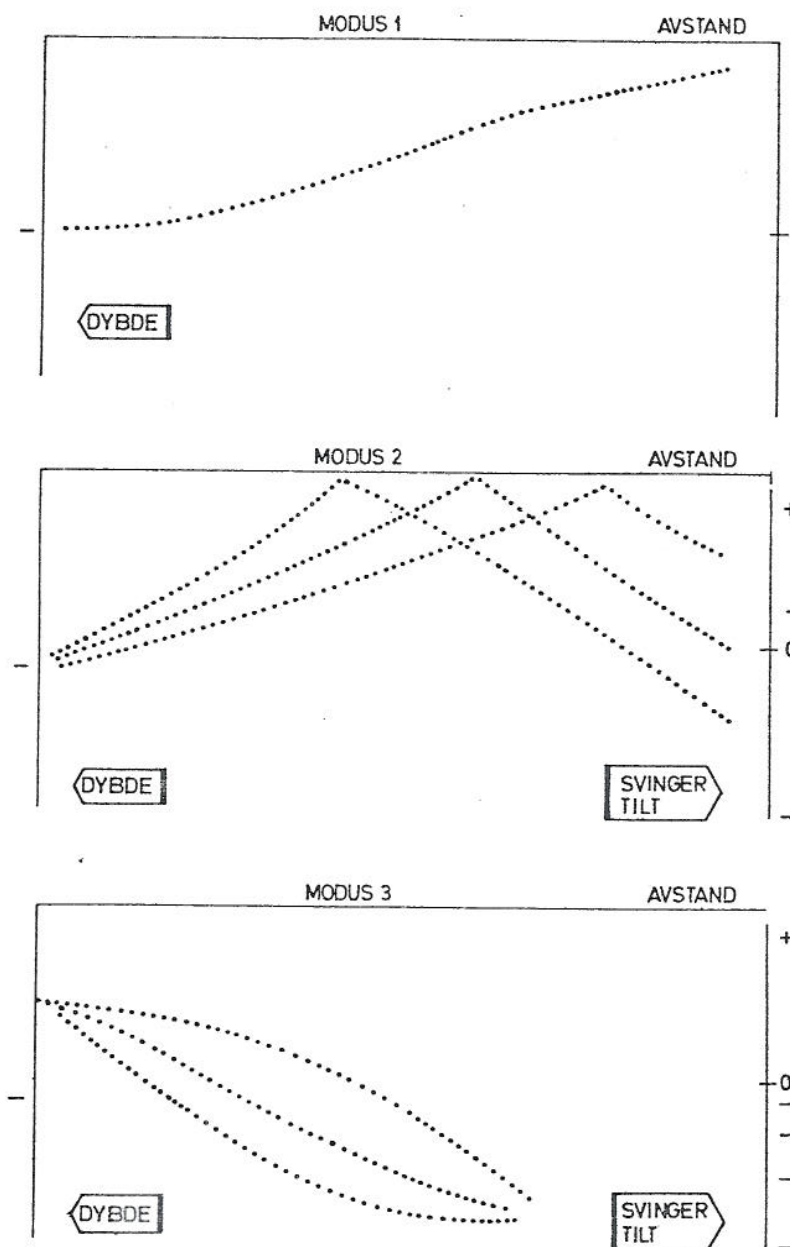
Tidspeileplottet for mål □ eller mål ○ (150) og egen kurshistorie vises på dataskjerm (100) når vender (130) står i posisjon tidspeile/lydbane og trykknapp (101) tp-plott er aktiv. Plottet som er vist på figur 3.2 består av:

- En horisontal peileakse som viser rettviseende peiling fra eget fartøy til målet. Valget av 60° eller 120° for full skala gjøres på vender (103). Null vinkel referansen i 12 trinn av 30° velges på velger (104).
- En vertikal tidsakse med null (nåtid) i krysningen med peileaksen og fortiden nedover. Valget av 15, 30 eller 60 minutter full skala gjøres på vender (102).
- Selve tidspeile plottet som består av maksimalt 60 peilinger. Hvert punkt på plottet er en midling over 15, 30 eller 60 sekunder avhengig av den valgte tidsskala.
- Når trykknapp (105) egen kurs-historie er operativ, vises dessuten dette plott på skjermen som rettviseende kurs for fartøyet i en fast skala fra 0° - 360° . Tidsaksen er den samme som for tidspeile plottet. Egen kurs-historie har en annen intensitet enn tidspeile plottet, slik at de lett kan skilles fra hverandre.

3.2.5.3 Lydbaneplott

Lydbaneplottet vises på dataskjerm (100) når vender (130) står i posisjon lydbane og trykknapp (101) lydbane er aktiv. Den horisontale avstandsakse har 10 km som full skala, og den vertikale dybdeakse har 300 m som full skala. Grunnlaget for lydbaneberegningene, som lydshastighet og bunndybde leses inn i regnemaskinen ved hjelp av datakategorifunksjonen lydldata (603).

Ved operasjon av modusvelger (120) kan lydbaneplottet vises i tre forskjellige modi som vist i figur 3.3.



Figur 3.3 Lydbaneplott for mode 1, 2 og 3

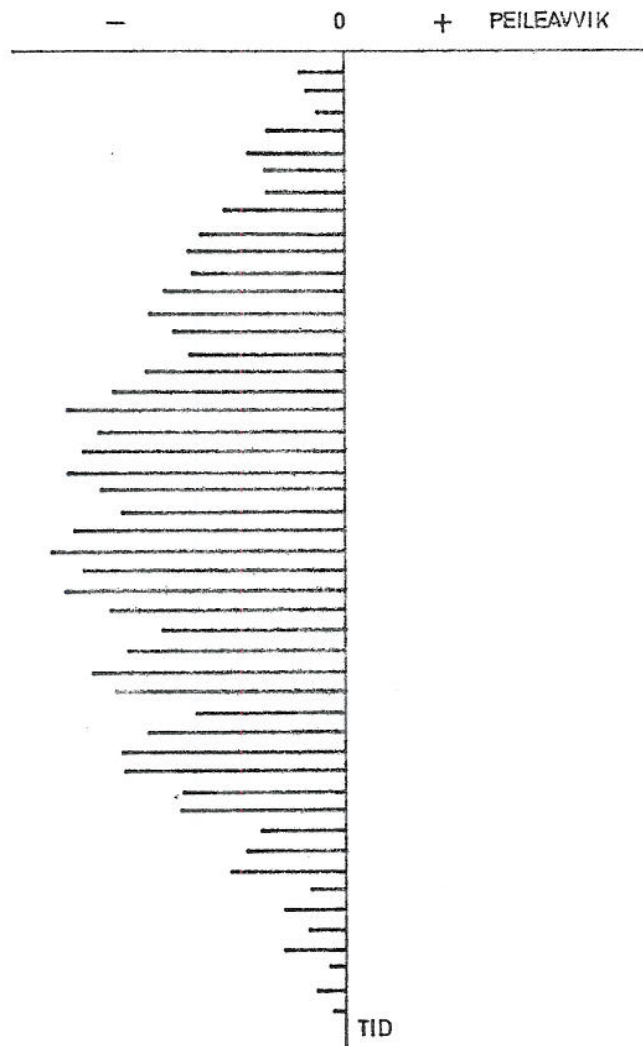
3.2.5.4 Målobservasjonsplott

Dersom skjermdatavenderen (130) er satt til målobs vil det på målfølgedataskjermen være et målobservasjonsplott som inneholder:

- Den offisielle målløsning (200) vist som et symbol \circ eller \square avhengig av målvalg (150) med tilhørende fartsvektor.
- Prøveløsningen (210) vist med symbol $+$ med tilhørende fartsvektor.
- De siste fire observasjoner med tilhørende usikkerhetsrektangler.

Et typisk målobservasjonsplott er vist i figur 2.4.

3.2.5.5 Peileavviksplott



Den informasjonen som vises på målfølgedataskjermen når vender (130) settes til *peileavvik* er fremkommet ved en beregning av avviket mellom de målte peilingene lagret i de passive peiletabellene og de korresponderende peilingene beregnet ut fra *prøveløsningen* i (210). *Peileavviksplottet* beregnes bare når alle 4 parametrene R, Ø, C og V er gitt i (210). Et *peileavviksplott* er vist i figur 3.4 og er nærmere beskrevet i (3).

Figur 3.4 Peileavviksplott

3.2.6 Prøveløsning

I tillegg til den regnemaskin-prosesserte målfølgingen kan målfølgeoperatøren produsere og evaluere en selvstendig *prøveløsning* som vises til enhver tid på tallindikatoren (210). Prøveløsningsdataene inngår i dataene for *målobservasjonsplottet* og danner grunnlaget for utregningen av *peileavviksplottet*, som illustrert i figur 3.4. Observasjon av disse plottene danner til enhver tid grunnlaget for bedring av prøveløsningen.

I samband med *prøvedataene* i (210) eksisterer det også til enhver tid i regnemaskinhukommelsen verdier for usikkerhetene, tidsmerket og posisjonen for eget fartøy.

3.2.7 Hjelpfunksjoner

Det er under spesielle forhold ønskelig for målfølgeoperatøren å kunne informere målfølgeprogrammet om målmanøver samt å kunne fjerne dårlige målinger fra beregningen av PA-plottet. Disse hjelpfunksjoner er:

a) Tidsmerket

Manipulasjon på *tidsmerket* (230) vil forandre posisjonen av et merke på tidsaksen både på PA-plottet og på TP-plottet. Posisjonen begrenses også på TP-plottet til de siste 15 minutter (900 sekunder) på grunn av at det er kun i dette tidsintervall at bruken av *tidsmerket* har mening.

b) Dårlig peiling ut

Funksjonen som kan velges ved aktivering av *dårlig peiling ut* (231), brukes til å fjerne den peilingen fra *peileavviksberegningen* som *tidsmerket* tilsier. Dette oppnås ved at det settes et flaggbitt i vedkommende peiling i den passive peiletabellen. PA-plott-beregningen utføres ikke for peilinger med dette flaggbittet, og dette fører til ett manglende peileavvikspunkt på plottet. TP-plottet forblir uendret.

c) Målmanøver

Når *målmanøver* (232) er aktivert, vil K-filteret motta informasjon om at målmanøver har funnet sted og PA-plottet vil ikke beregnes for peilinger eldre enn det som svarer til merkets posisjon på tidsaksen.

Målmanøverfunksjonen (232) er en irreversibel funksjon og bør benyttes med forsiktighet.

3.3 Taktiske evalueringsfunksjoner /

3.3.1 Generelt

De taktiske evalueringsfunksjoner tas vare på av den taktiske operatør som opererer på høyre side av operatørkonsollet (figur 3.1). Til de taktiske evalueringsfunksjoner hører alle funksjoner som benyttes til betjening av den taktiske dataskjerm samt alle datakategorifunksjoner. De taktiske evalueringsfunksjoner kan inndeles i følgende hovedfunksjoner:

- a) Taktisk dataskjermpresentasjon
- b) Radar informasjon
- c) Datakategorifunksjon
- d) Torpedo prøveløsning
- e) Navigasjonspunkter

3.3.2 Taktisk dataskjermpresentasjon

Den *taktiske dataskjermen* (300) viser generelt den taktiske situasjonen med eget fartøys posisjon og posisjonshistorie, to mål og salveløpene, som vist i figur 2.5. Dataskjermen kan også brukes som et PPI-rør for å vise radarinformasjon, som vist i figur 2.6, samt for annen informasjon etter valg på de forskjellige trykknapper.

Den løpende posisjonen for eget fartøy vises som enden på en fartsvektor som angir egen kurs og fart. Posisjon, kurs og fart oppdateres på skjermen med en frekvens på 2 Hz. Egen posisjonshistorie vises som en rekke punkter, ett for hvert 15 sekund. Kurshistorien er på maksimalt 5 minutter, og det vises således opp til 20 punkter.

Hvert mål representeres på den *taktiske dataskjermen* med et symbol som likner de symbolene som brukes på *målvelgerne* (150) og (310) (d v s en sirkel eller en firkant). Målets kurs og fart representeres med en hastighetsvektor. Data som brukes til posisjon og hastighetsvektor for målene tas fra de *offisielle måldata* for vedkommende mål.

Usikkerhetsellipsen estimert av K-filteret representeres med dets omskrevne rektangel. Sannsynligheten for at den virkelige målposisjonen ligger innenfor usikkerhetsellipsen, er ca 50 prosent.

Enhver salve, som utgjøres av én eller flere torpedoer, representeres på skjermen av en hastighetsvektor. Til hjelp for operatøren blir salve-hastighetsvektoren forlenget ut til kanten av dataskjermen når salven er i *manuell styringsmodus*. Det predikerte løp mellom salven og det predikerte treffpunktet vises som en rekke punkter. Ved styring etter kollisjonspunkt- eller siktelinje-prinsippet vises løpet bare fram til første treffpunkt. Det beregnes og vises ikke noe løp dersom styremodus er manuell eller salven er ustyrt.

Torpedoprogrammet utregnes i den valgte styringsmodus for alle torpedoene i en salve. Denne utregningen foregår syklisk med en ennå ikke fastsatt frekvens (fra 0,2 til 1 Hz)

og benytter alltid de siste verdier av torpedoens posisjon og kurs samt målets posisjon, kurs og fart. Salveløpet på dataskjermen vil således kun fornyes med samme repetisjonsfrekvens som valgt for utregningsfrekvensen, og dette fører til en diskontinuerlig presentasjon av salve-løpene.

Det beregnede treffpunktet som utregnes syklisk, vises som en krysning av målets forlengede hastighetsvektor og salveløpet. Det beregnede usikkerhetsrektanglet vises bare dersom styremodus er kollisjonspunktstyring.

3.3.3 Radarinformasjon

Operasjonsmodus for radar (antennevinkel og fart, sendetid, sender av/på o s v) velges på *radarkonsollet*. Radarinformasjonen kan også vises på den *taktiske dataskjermen* dersom *vis radar* (330) er aktivert. Radarpresentasjonen på dataskjermen vil kun forårsake midlertidige avbrudd av fremvisningen av den taktiske informasjonen i en tid som svarer til tiden mellom pulsutsendelse og siste tenkbare mottagelse av ekko. Figur 2.6 illustrerer hvordan dette fører til presentasjon av både taktisk informasjon og radarinformasjon på samme tid.

3.3.4 Datakategorifunksjoner

Den aktuelle datakategorifunksjonen velges ut blant de innbyrdes eksklusive trykknappene (601-613). Alle funksjonene benytter tallindikatoren (500) som er gruppert i 4 vinduer med henholdsvis 5, 4, 3 og 3 desimalsiffer. Avhengig av hvilken informasjon som ønskes vist på tallindikatoren, vil aktiveringen av en datakategori-trykknapp forandre tekstene i tekstindikator-vinduene i (501-504) i samsvar med denne informasjonen. Aktivering av *sett* (511-514) og *talltastaturet* (520) tas bare til følge når en av datakategorifunksjonene (601-606) er valgt. *Les inn* (510) benyttes foruten i de ovenfor nevnte funksjoner også i forbindelse med (610).

Følgende datakategorifunksjoner er mulig:

- | | |
|----------------------------|--|
| a) Systemdata (601) | - Feilsøking og modifikasjon av programmet |
| b) Spredningsdata (602) | - Vinkel- og lengdespredning |
| c) Lyddata (603) | - Dybde og lyd hastighet/antall sjikt |
| d) Torpedodata (604) | - Rørnr, kode, dybde, førsteløp i m |
| e) Sensordata (605) | - Avstand, vinkel, fart/kurs, kode |
| f) Baug måldata (606) | - Avstand, peiling, baug v BB/SB, fart |
| g) Fart måldata (607) | - " " tverfart V/H, fart fra/mot |
| h) Peiling måldata (608) | - " " kurs, peilerate V/H |
| i) Normal måldata (609) | - " " " fart |
| j) Merkedata (610) | - Avstand og peiling eget fartøy til rulleball m |
| k) Prøveløsningsdata (611) | - Treffvinkel, rest trådl, tid til treff, løpslengde m |
| l) Salve 2 data (612) | - T kurs, " " lengde salve til mål |
| m) Salve 1 data (613) | - " " " " |

3.3.5 Torpedo prøveløsning

Kontrollene gruppert i *prøveløsnings*-feltet på konsollet, benyttes til oppsetting av en *torpedo prøveløsning* til hjelp for operatøren ved klargjøring av en salve. Beregningene er enkle og inkluderer ikke eget fartøys kurs og MK-37 gyrovinkel ved fyringsøyeblikket, men forutsetter at torpedoen kan skytes direkte på den beregnede siktelinje- eller kollisjonspunkt-kursen.

Prøveløsningen beregnes ved aktivering av *prøveløsnings data* (611), og forandringer av (720), (721) og (722) avleses og tas til følge så lenge (611) er aktivert.

Beregningsresultatene vises på tallindikatoren (500) og de predikerte torpedoløp vises på den taktiske dataskjerm (300).

3.3.6 Navigasjonspunkter

Til hjelp for navigeringen av eget fartøy og eventuelt grovfølging av mål kan det vises opp til 4 *navigasjonspunkter* på den taktiske dataskjermen. Disse punktene lagres i en *navigasjonspunkttabell* i regnemaskinhukommelsen og vises ved aktivering av *vis nav pkt* (730) på dataskjermen som tallsymbolene fra 1 til 4 som vist i figur 2.5. Punktene følger alltid den bevegelsesmodus som er valgt på *sann/relativ* (301).

3.4 Salvekontrollfunksjoner

3.4.1 Generelt

Den taktiske operatøren kontrollerer og overvåker alle torpedoene i en salve fra operatørkonsollet. Klargjøringen av torpedoene og torpedorørene initieres også fra konsollet, men må delvis utføres manuelt av betjeningen i torpedorommet. Salvekontrollfunksjonene kan deles i følgende funksjoner:

- a) Salveoperasjon
- b) Torpedoklargjøring
- c) Fyring

3.4.2 Salveoperasjon

Et salveengasjement initieres ved aktivering av trykknapp (700), eller (710). Denne trykknappen som initielt er mørk, vil etter aktivering lyse med *salvevalg* i den øverste delen. Inntil salven fyres, vil kontrollene *målvelger* (701), *styringsmodus* (702) og *torpedo-panel-et* (900-955) bli kontinuerlig overvåket av regnemaskinen og enhver forandring adlydt. Hele salveproblemet beregnes syklisk, og det siste parametervalget benyttes ved hver ny gjennomregning. Det predikterte torpedoløpet vil bli vist på den *taktiske dataskjermen* dersom det finnes en løsning. I tilfelle det ikke eksisterer noen løsning, på grunn av geometriske, fartsmessige eller andre hensyn, *termineres* salven. Termineringen vises på konsollet ved at *salvevalg*-delen av (700) slutter å lyse. Dersom det enten velges en gal kombinasjon av torpedoer, det finnes ikke noen måldata eller en eller flere rørvalg på (900) står til valgt når *salvevalg* (700) aktiveres, vil *salvevalg*-lampen blinke inntil feilen er rettet.

Valg av det målet som en salve klargjøres for og senere styres mot, gjøres på (701), eller (711). Målvalget kan endres til enhver tid, men tas kun til følge mellom aktiveringen av en salve og fyring, og etter initialløpet.

Valg av ustyrt salve og ett av de fire mulige styringsmodi for salven gjøres på vender (702), eller (712). De følgende modi kan velges:

- | | |
|-------------|--|
| a) Ustyrt | nødfyring |
| b) Koll pkt | kollisjonspunkt-styring |
| c) s l ut | siktelinje-styring utover fra eget fartøy |
| d) s l inn | siktelinje-styring innover mot eget fartøy |
| e) Manuell | manuell styring fra konsollet |

3.4.3 Torpedoklargjøring

Torpedorørene er representert av 8 forskjellige tekstindikatorer (901-908). Hver indikator viser den løpende status av rør og/eller torpedo ved fremvising av følgende tekster:

- | | |
|--------------|---|
| a) Ladet | torpedo er ladet i dette røret |
| b) Gjør klar | beskjed til torpedorommet om at vedkommende torpedo skal klargjøres |

- c) Klar torpedo er klar for firing
- d) Valgt torpedo er valgt til firing i neste salve
- e) Tom ingen torpedo i røret
- f) Nødfyr nødfiring av MK-37

Indikatorerne viser, foruten en av disse 6 tekstene, også MK-37 eller TP-61 for å unngå misforståelser angående hvilke torpedotyper som er i hvilke rør.

For at torpedo/rør-status skal kunne forandres, må en av de 8 rørene representert ved indikatorerne (901) til (908) velges på venderen *torpedo/rør velger* (900). For at rørvalget på (900) skal indikeres entydig, vises det valgte torpedo/rør-nummer også på tekst-indikatoren.

Rørstatus kan endres ved operasjon av *rørstatus opp* vender (910) eller *rørstatus ned* vender (911). Ved operasjon av diverse trykknapper kan de nødvendige torpedoparametre settes opp og styretråden testes...

3.4.4 Salvefiring

Fyringen av torpedoene i en salve utføres ved at *sikringsnøkkelen* (800) først settes i en stilling som indikeres på *sikringslyset* (801) som *avsikret*. Selve fyringsprosessen er kontrollert av regnemaskinen, og kan initieres, etter at fyrknapplyset kommer på, ved at *fyrknappen* (802) aktiveres.

3.5 Eksterne panelfunksjoner

3.5.1 Generelt

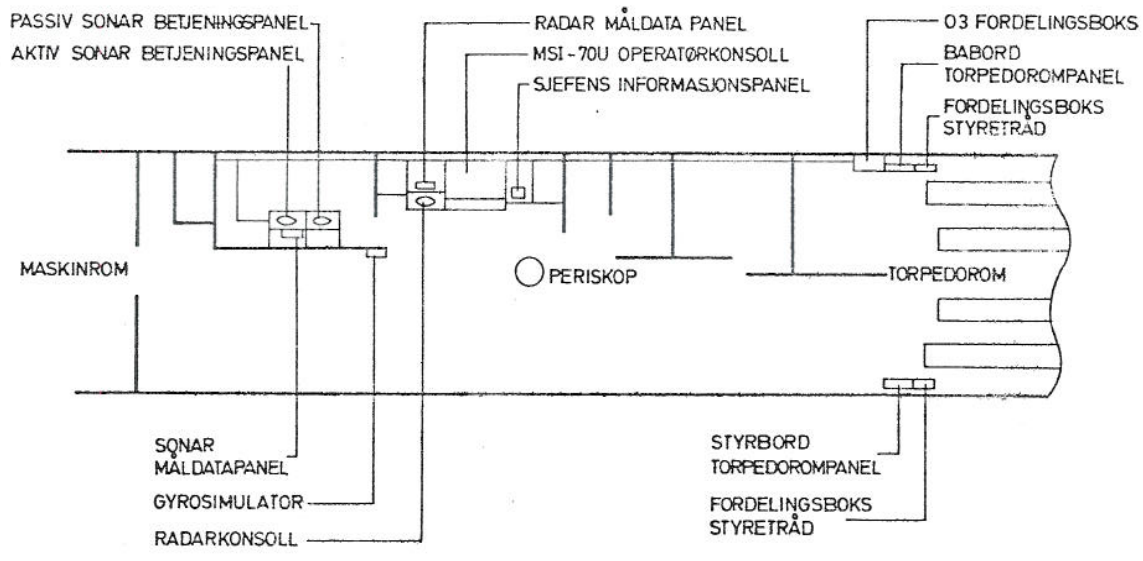
De eksterne panelene benyttes hovedsakelig til å etablere forbindelsene mellom operatørkonsollet og undervannsbåtens øvrige utstyr som inngår i ildledningsanlegget. Panelenes plassering i undervannsbåten er vist i figur 3.5, og forøvrig refererer funksjonsbeskrivelsen seg til figurer for hvert av panelene. Det er følgende paneler:

- a) Sjefens informasjonspanel
- b) Torpedorompaneler
- c) Passiv sonar betjeningspanel
- d) Aktiv sonar betjeningspanel
- e) Sonar måldatapanel
- f) Periskop innlesingsknapp
- g) Radar måldatapanel
- h) Gyrosimulator panel
- i) Pal betjeningspanel

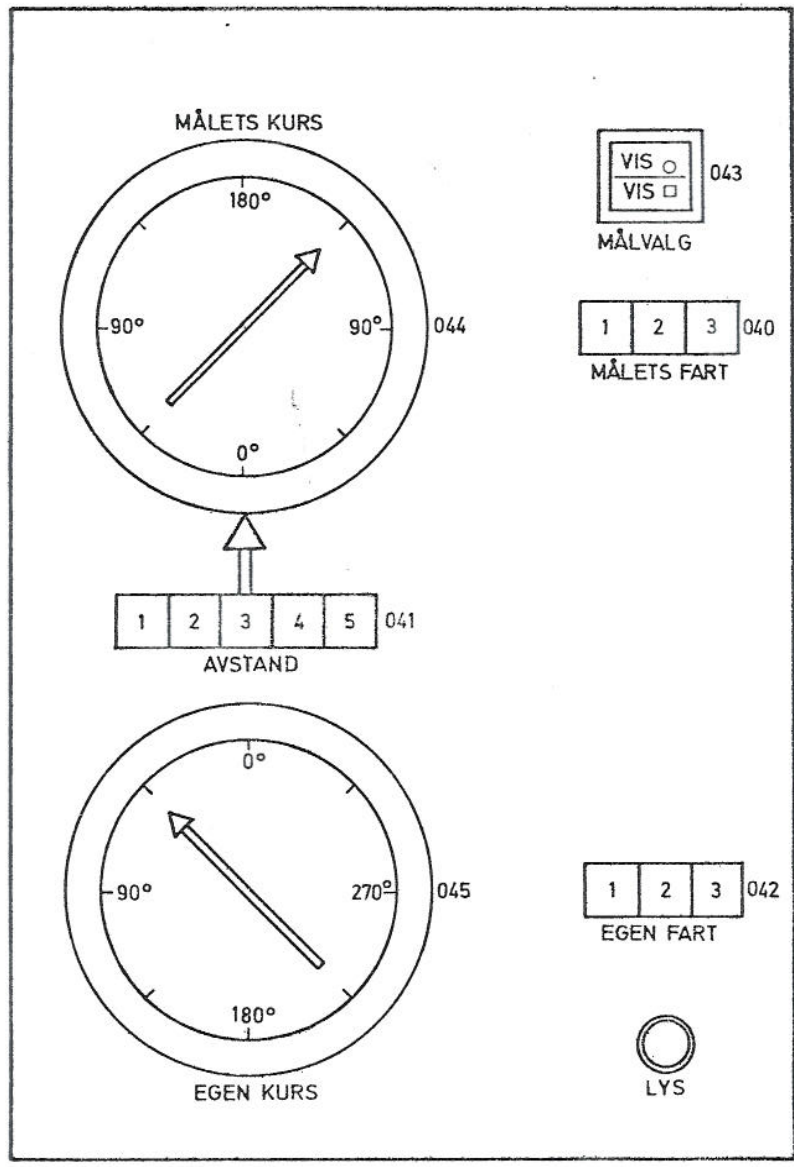
3.5.2 Sjefens informasjonspanel

Sjefens informasjonspanel er utført og montert slik at periskopoperatøren skal kunne få et raskt overblikk over den taktiske situasjonen. Panelet som vises i figur 3.6, gir informasjon om kurs og fart for eget fartøy, og avstand, kurs og fart for et mål.

Eget fartøys kurs og målets kurs vises på to dreieindikatorer som viser henholdsvis vinkelen mellom egen kurs og peilingen til målet, og vinkelen mellom målets kurs og den samme peilingen. Målkurs-indikatoren (044) viser således *baugvinkelen* og er skalert fra



Figur 3.5 Plassering av konsoll og eksterne paneler i undervannsbåten



Figur 3.6 Sjefens informasjonspanel

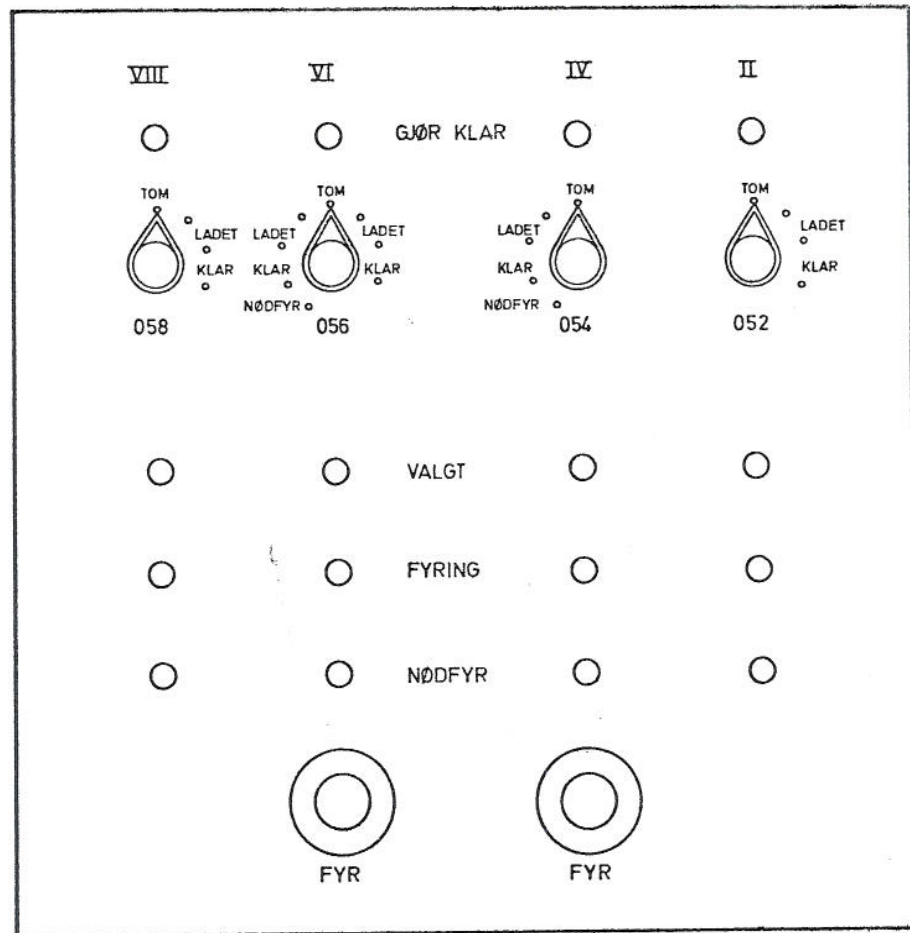
Nødfyr-posisjonen på dreievenderen er kun på venstre side som brukes for MK-37 torpedoen. Venderknappen må trekkes ut før den kan dreies over til denne posisjonen.

Den øverste lampen på torpedorompanelet varsler at det tilhørende torpedorøret skal *gjøres klar* for fyring. Klargjøringsprosedyren omfatter følgende operasjoner:

- Fylling av torpedorør
- Åpning av baughetter
- Avsikring av torpedorør

Tilbakesetting fra *klar*- til *ladet*-status for torpedorøret på panelene må kun etterfølge en opphevelse av *gjør klar*-operasjonene.

Varsellampen *valgt* på torpedorompanelene lyser når *torpedo/rør*-velger status er satt til *valgt* på torpedorør-indikatoren for vedkommende rør (901) – (908), det vil si når denne torpedoen er valgt for fyring i neste salve.



Figur 3.8 Babord torpedorompanel

Varsellampen *fyring* lyser så lenge fyr-releéet er aktivert og viser således fyringsøyeblikket.

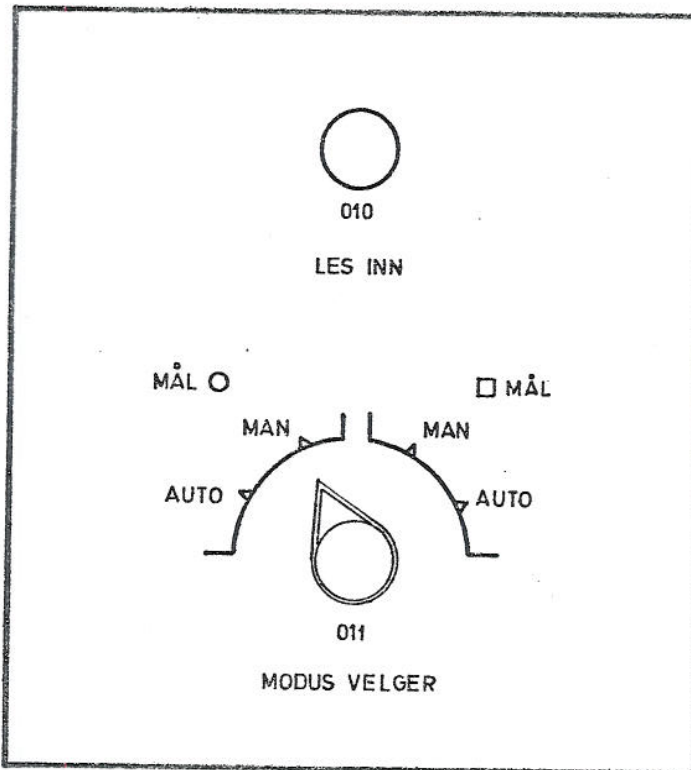
Varsellampen *nødfyr* viser at den tilhørende dreievenderen for en MK-37-torpedo på torpedorompanelet er satt i nødfyrstillingen.

Fyrtrykkknappene for torpedoene III, IV, V og VI vil aktivere fyr-releéene til enhver tid. Det vil si at tilhørende torpedo/rør må være i fyringsklar status for at aktiveringen av denne knappen skal føre til fyring av torpedoen.

FORTROLIG

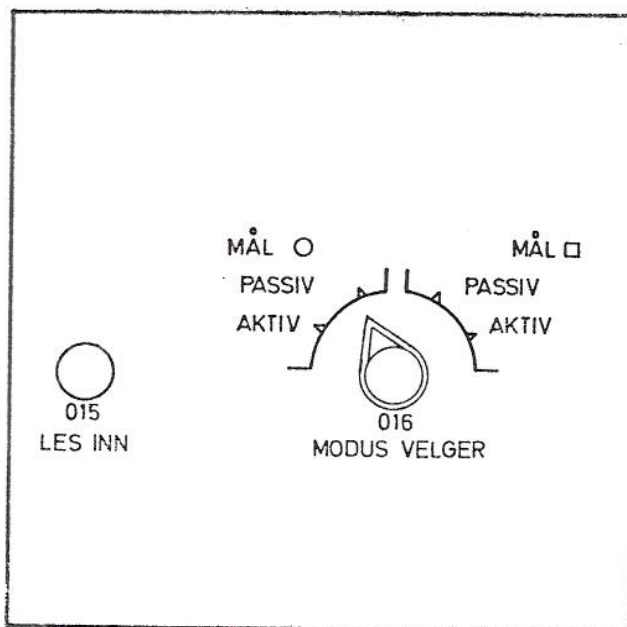
3.5.4 Passiv sonar betjeningspanel

Den passive sonaren benyttes enten i *manuell* eller i *automatisk* operasjonsmodus. I *auto*-modus følger sonaren automatisk målet, og regnemaskinen leser av peilingen til målet en gang hvert 3 sekund. I *manuell*-modus foregår followingen av målet manuelt og operatøren må derfor selv bestemme når peilingen kan avleses. Dette oppnås ved at *les inn*-knappen (010) aktiveres på betjeningspanelet, figur 3.9. For å unngå bruk av statistisk avhengige målinger ignorerer regnemaskinen nye forsøk på innlesning av data i 3 sekunder etter siste måling. Modusvelgeren (011) bestemmer både mål-○/□ og operasjonsmodus-*auto*/*manuell*.



Figur 3.9 Passiv sonar betjeningspanel

3.5.5 Aktiv sonar betjeningspanel



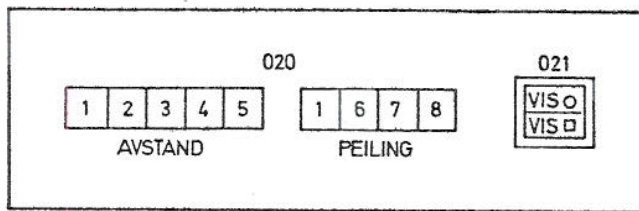
Figur 3.10 Aktiv sonar betjeningspanel

Den aktive sonaren kan både brukes aktivt og passivt. I aktivt modus muliggjør utsendelsen og mottagningen av lyd-pulser en manuell avstandsbedømmelse. Målinger av peilingen til målet kan foretas både i aktivt og passivt operasjonsmodus. Modusvelgeren (016), illustrert i figur 3.10, benyttes for valg av passivt eller aktivt operasjonsmodus for sonaren og for hvilket mål dette valg skal gjelde. Regnemaskinavlesningen av måledataene (avstand, peiling og tiltvinkel eller bare peiling) foretas aldri automatisk for aktiv sonar, men kun ved manuell aktivering av *les inn*-trykkknappen (015).

FORTROLIG

Forsøk på innlesning av data hyppigere enn hvert 3 sekund ignoreres av regnemaskinen.

3.5.6 Sonar måldatapanel



Figur 3.11 Sonar måldatapanel

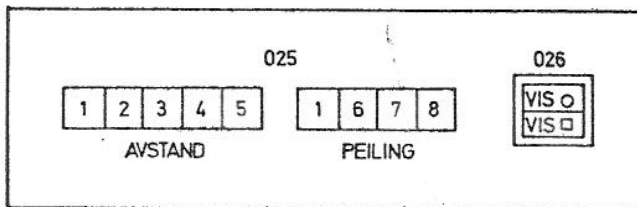
Som en hjelp til sonaroperatørene for hurtig og nøyaktig innstilling av den aktive og den passive sonaren, er det montert et *måldatapanel* ved sonarkonsollene til felles bruk. Panelet vises i figur 3.11. Tallindikatoren (020) viser avstanden i hele meter og peilingen i tiendedels grader til det målet som er valgt på (021). Målparametrene som vises, er hentet fra de *offisielle måldataene* for vedkommende mål.

3.5.7 Periskop innlesningsknapp

Innlesning av peiling fra periskopet foregår alltid manuelt ved aktivering av *les inn*-trykkknappen (030). Denne trykknappen, som er lokalisert ved venstre periskophendel, blir ikke avlest i de første 3 sekunder etter hver måling. Dette for å forhindre innlesning av statistisk avhengige peilinger i dette tidsrom.

Til valg av mål for innlesning av periskopeilingen benyttes *vis O*/*vis □* (043) på sjefens panel.

3.5.8 Radar måldatapanel

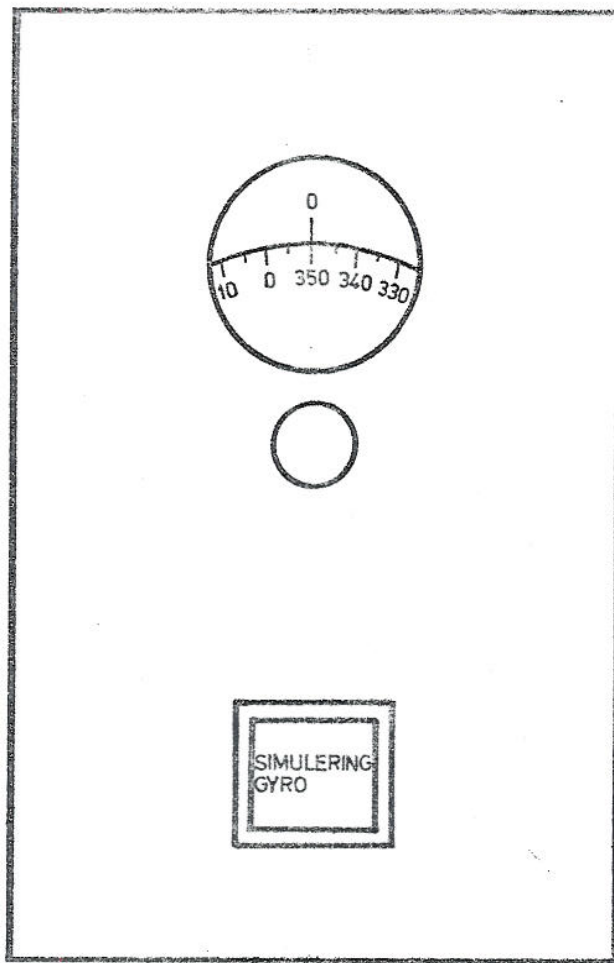


Figur 3.12 Radar måldatapanel

Til hjelp for radaroperatøren er det montert et *måldatapanel* på toppen av radarkonsollet. Panelet illustreres i figur 3.12. Dette panelet er identisk med det som er montert ved sonarene og viser avstanden i meter og peilingen i tiendedels grader til målet på en tallindikator (025). Målvalget gjøres på trykkknapp (026) og dataene tas fra de *offisielle måldataene* for vedkommende mål.

3.5.9 Gyro simulatorpanel

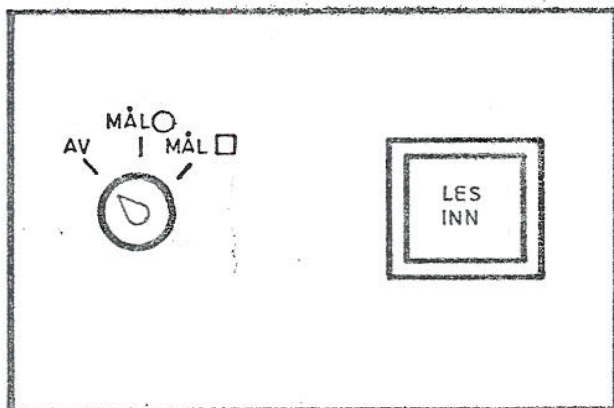
Ved simulering av eget fartøys bevegelse i forbindelse med operatørtrening benyttes gyro-simulatoren i stedet for undervannsbåtens riktige gyro. Gyrosimulatorpanelet, som er vist i figur 3.13 inneholder en av/på trykkknapp *simulering gyro* for omkopling mellom simulator og riktig gyro. Innstillingen av den simulerte vinkelen gjøres på en justeringsknapp og avleses på skalaen plassert ovenfor.



Figur 3.13 Gyrosimulatorpanel

3.5.10 Pal betjeningspanel

I tillegg til de data som overføres til regnemaskinen fra den passive akustiske lokalisatoren (*pal*) trenger regnemaskinen informasjon om *pal* er på eller av og om hvilket mål som *pal*



Figur 3.14 Pal betjeningspanel

følger. Overføring av informasjon fra *pal* til MSI-70U skjer ved at *pal*-operatøren trykker *les inn*-trykkknapp på *pal*-konsollet. Informasjon overføres til MSI-70U når kontrollsignalet er mottatt i *pal*. I tillegg til *les inn*-trykkknapp, er det på *pal*-konsollet en vender med tre posisjoner merket *mål A*, *mål B*, og *av*, slik at venderposisjonen bestemmer hvilke mål *pal*'s data tilhører.

Figur 3.14 viser et forslag til et slikt betjeningspanel.

FORTROLIG

4 BETJENINGSFORSKRIFTER

En operasjonsprosedyre basert på de foreløpige erfaringer med bruken av MSI-70U Multi ildledningsanlegget er gitt i Intern rapport E-183 (4)*. Denne rapport beskriver de viktigste operasjoner av ildledningssystemet og omfatter følgende hovedfunksjoner:

- a) Starting og stopping av prototypeanlegget
- b) Målfølging
- c) Taktisk evaluering
- d) Torpedostyring MK-37
- e) Torpedostyring TP-61
- f) Nødoperasjoner

Prosedyrene vil ikke bli nærmere beskrevet i denne rapport.

5 MATEMATISK SYSTEMBESKRIVELSE

5.1 Generelt

Den matematiske bakgrunn for ildledningssystemet MSI-70U er utviklet som et resultat av en analyse av det totale ildledningsproblem. Noen av hovedegenskapene er:

- multisensor input mulighet
- optimal estimering av målets bevegelser
- optimal utnyttelse av fartøyets våpen
- en struktur som er velegnet for implementering på en digital regnemaskin

Ildledningsproblemet er knyttet til moderne kontroll- og statistisk estimeringsteori. Det er da naturlig å betrakte målfølgingen som overføringsfunksjoner mellom observasjoner fra de ulike observasjonsmidler og de optimale estimater av målets bevegelse. Estimatenes benyttes så til å beregne styreordrer til de enkelte våpen i ildledningssystemet.

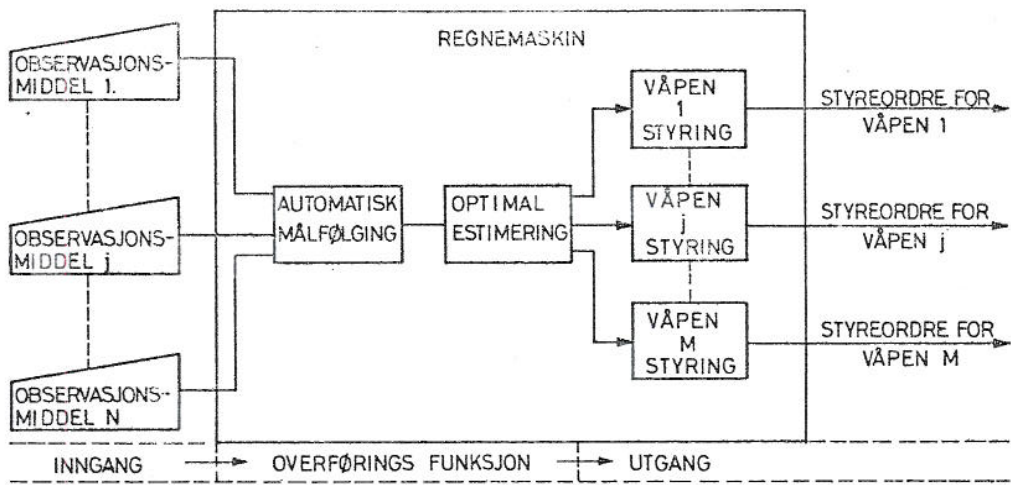
5.2 Ildledningsteori – målfølging

5.2.1 Generelt

Den generelle ildledningsteori som er lagt til grunn for målfølgingen er basert på at det motas informasjoner fra mange forskjellige observasjonsmidler og at målfølgeren produserer de mest nøyaktige estimater av målets bevegelser. Estimaten produseres ved at informasjonen fra alle observasjonsmidlene integreres for å gi det beste estimat av målets bevegelser. Bidragene fra de forskjellige sensorer gis vekt i henhold til deres nøyaktighet. Prinsippene for et slikt ildledningssystem er vist i figur 5.1.

Ildledningsteorien og den matematiske bakgrunn for den automatiske målfølging er gitt i Intern rapport S-56 (5) og den matematiske bakgrunn for peileavviksmetoden som benyttes i forbindelse med den halvautomatiske målfølging er gitt i Teknisk notat E-363 (3). En skal her kun gi en kort introduksjon til den matematiske bakgrunn.

* En mer fullstendig operasjonsprosedyre vil bli utarbeidet av kapt ltn Sem i samarbeid med forsker N Holme. Denne prosedyre vil også inneholde eksempler på bruk av systemet.



Figur 5.1 Generell fremstilling av et ildledningssystem

5.2.2 Generell målfølgningsteori

Målets bevegelser er bestemt dersom de forskjellige bevegelsesvariable som posisjon, hastighet, kurs og høyere ordens deriverte er kjente til enhver tid. Det antall deriverte som er nødvendig for en fullstendig beskrivelse av målets bevegelser avhenger i stor grad av de krefter som virker på målet. Disse krefter kan være av deterministisk natur som ror-pådraget og den hydrodynamiske motstand, eller av stokastisk natur som tilfeldige variasjoner i vind og strøm.

En matematisk hensiktsmessig måte å beskrive målets kurslinje på er å benytte en tilstandsvektor med tilhørende komponenter (tilstandsvariable). Målets tilstandsvektor består av alle tilstandsvariable (bevegelsesvariable) som er nødvendige for å beskrive målets kurslinje. Dersom en skulle inkludere alle tilstandsvariable som påvirker målets kurslinje ville dette gjøre nødvendig en så stor regnemaskinkapasitet at oppgaven ikke ville være praktisk gjennomførbar. Det er derfor nødvendig å benytte en forenklet modell for beregningene. En har valgt å benytte en enkel lineær modell bestående av 4 tilstandsvariable samt en støyvektor $\omega(t)$ som gjør det mulig å ta hensyn til ikke lineære effekter.

Tilstandsvektoren som benyttes for modellen er gitt ved ligningen

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{A}(t, t_0) \mathbf{x}(t_0) + \underline{\omega}(t) \quad (5.1)$$

hvor de 4 tilstandsvariable er gitt ved ligningene

$$x_1(t) - \omega_1(t) = x(t) = x(t_0) + (t-t_0) \dot{x}(t_0) \quad (5.2a)$$

$$x_2(t) - \omega_2(t) = \dot{x}(t) = \dot{x}(t_0) \quad (5.2b)$$

$$x_3(t) - \omega_3(t) = y(t) = y(t_0) + (t-t_0) \dot{y}(t_0) \quad (5.2c)$$

$$x_4(t) - \omega_4(t) = \dot{y}(t) = \dot{y}(t_0) \quad (5.2d)$$

som kan skrives på følgende måte

$$x_1(t) = x_1(t_0) + (t-t_0) x_2(t_0) + \omega_1(t) \quad (5.3a)$$

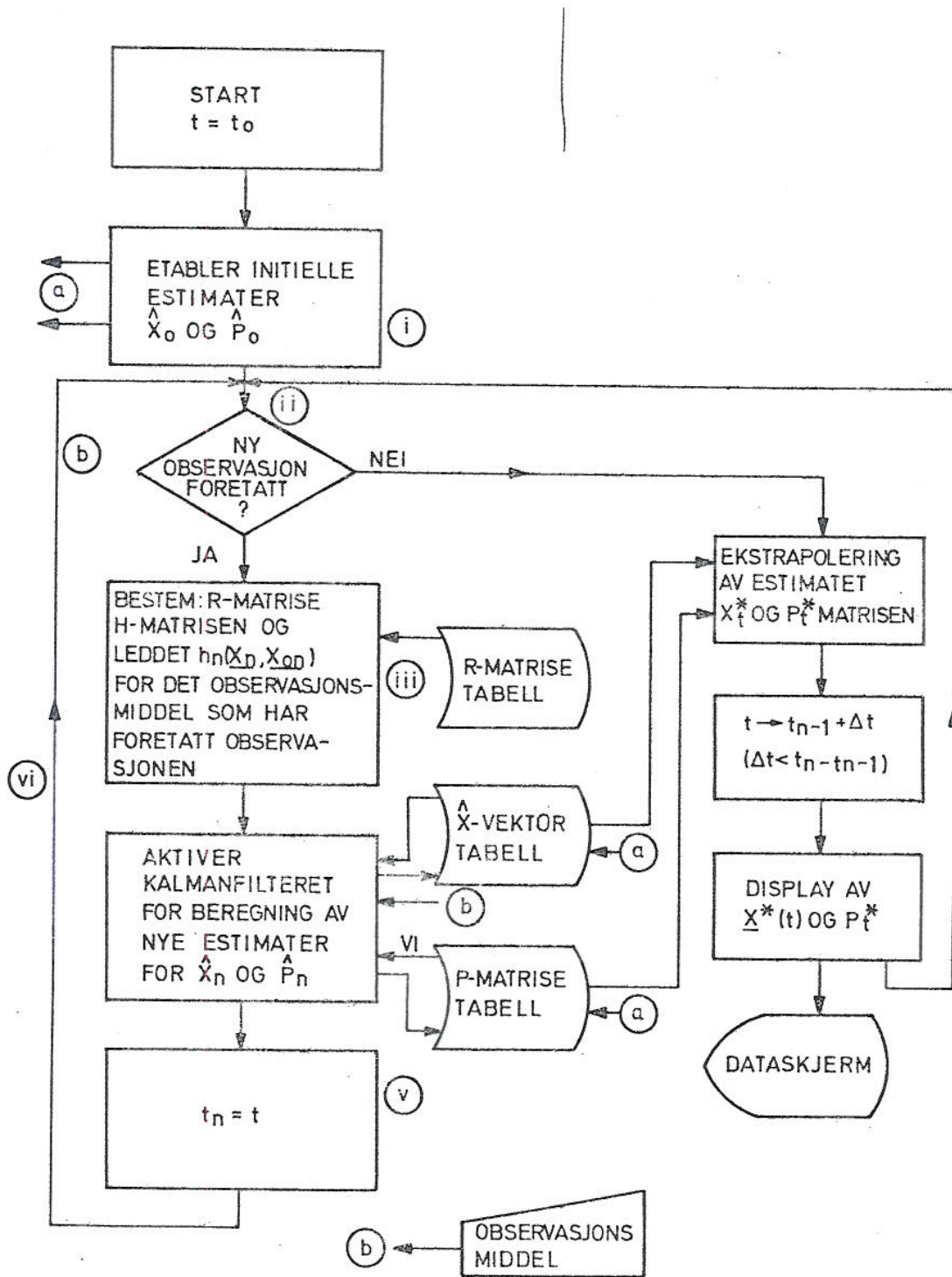
$$x_2(t) = x_2(t_0) + \omega_2(t) \quad (5.3b)$$

$$x_3(t) = x_3(t_0) + (t-t_0) x_4(t_0) + \omega_3(t) \quad (5.3c)$$

$$x_4(t) = x_4(t_0) + \omega_4(t) \quad (5.3d)$$

dette gir følgende koeffisienter i overføringsmatrisen

- b) Dersom ny observasjon er foretatt går prosessen til c. Dersom ny observasjon ikke er foretatt, beregn det best predikterbare estimat av tilstandsvektoren (\hat{x}_t) og usikkerhetsmatrisen (P_t) som vises på dataskjermen. Prosessen fortsettes i denne lukkede sløyte til ny observasjon er registrert.
- c) Når den neste observasjon er registrert settes de observerte verdier inn i vedkommende observasjonsmiddels vektor (y_n).



Figur 5.3 Blokkdiagram for MSI-70U målfølgingslogikk

Observasjonsligningene lineariseres omkring det beste predikerte estimat \hat{x}_n , og observasjonsmatrisen H_n (som definerer relasjonen mellom observasjonsvektoren y_n og tilstandsvektoren x_n) beregnes. Dessuten beregnes vektoren $h_n(x_n, x_{0n})$ (som representerer den predikerte vektor mellom målfartøyet og eget fartøy), og observasjonsstøyens kovariansmatrise (R_n) hentes fra R-matrise tabellen (som inneholder en R-matrise for hvert enkelt observasjonsmiddel).

- d) Det lineariserte Kalman-filter aktiveres og et nytt optimalt estimat av målets tilstandsvektor (\hat{x}_n) med tilhørende feil-kovariansmatrise (P_n) beregnes. \hat{x}_n og P_n lagres for bruk ved neste observasjon.
- e) Tidspunktet for det optimale estimat (\hat{x}_n) settes lik tidspunktet for observasjonen t_n , $t_n = t$.
- f) Prosessen returnerer til punkt b.

De aktuelle observasjonsmidler i MSI-70U er gitt i tabell 5.1.

Observasjonsmiddel	Nummer	Observerte parametre
Passiv sonar	1	Peiling (ϕ)
Periskoppeiling	2	Peiling (ϕ)
Radar	3	Peiling (ϕ), avstand (R)
Aktiv sonar	4	Peiling (ϕ), avstand (R)
Pal	5	Tidsdifferanse 1 og 2
Laser	6	Peiling (ϕ), avstand (R)
Periskop-estimat	7	Avstand (R), kurs (C) eller baugvinkel, fart (V)

Tabell 5.1 Aktuelle observasjonsmidler i MSI-70U

Dersom passiv sonar er det eneste observasjonsmiddel vil dette medføre at et brukbart estimat av målets tilstandsvektor kun kan beregnes når eget fartøy foretar en taktisk manøver. Grunnen for dette er at peilinger ut fra en rettlinjet kurs ikke gir nok observasjonsinformasjon til å estimere målets tilstandsvektor.

Aktive observasjonsmidler som radar og aktiv sonar, har langt større nøyaktighet enn de passive observasjonsmidler og det er derfor mulig å benytte en forenklet prosedyre for beregning av målets tilstandsvektor. Dersom det i et bestemt tidsintervall forekommer minst to aktive målinger vil en korde bli trukket gjennom disse, og kordeløsningen, i stedet for data fra Kalman-filteret, vil bli benyttet for beregning av målets tilstandsvektor. Et prinsippdiagram av den automatiske målfølgning er vist i figur 2.1.

5.2.4 Halvautomatisk målfølgning – Peileavviksmetoden

Ved halvautomatisk målfølgning fungerer den automatiske målfølgning som beskrevet ovenfor, men målfølgingsoperatøren kan direkte influere på målets tilstandsvektor ved å overføre data fra en prøveløsning. Et prinsippdiagram for den halvautomatiske målfølgning er vist i figur 2.2.

Prøveløsningen eller peileavviksmetoden benyttes for manuell bestemmelse av målfartøyetets posisjon (R og ϕ), kurs (C) og fart (V). Ved hjelp av kun passive målinger er det mulig å oppnå et godt estimat av målets tilstandsvektor. Den matematiske bakgrunn for peileavviksmetoden er gitt i (3).

5.3 Torpedostyring

5.3.1 Generelt

I prinsippet går torpedostyring ut på å nyttiggjøre seg tilgjengelig informasjon på en slik måte at man har en rimelig sannsynlighet for å treffe et mål med en gitt torpedo.

Begrepet torpedostyring er relevant i forbindelse med en engasjementssituasjon der eget fartøy, målfartøy og en eller flere torpedoer inngår. Disse tre enheter med deres karakteristika samt det miljø de opererer i og de personer de opereres av er faktorer av betydning i styresammenheng.

De forutsetninger som har vært avgjørende for valg av styringsprinsipper for torpedoer i MSI-70U er at:

- Eget fartøy er en undervannsbåt av *KOBHEN*-klassen
- Målfartøyet er udefinert
- Torpedoene som skal styres er:
 - TP-61, trådstyrt og hurtig
 - MK-37, trådstyrt, heimende og langsom

En skal i det etterfølgende kort komme inn på styringsprinsippet, torpedobestikk samt torpedo styrepuls generering.

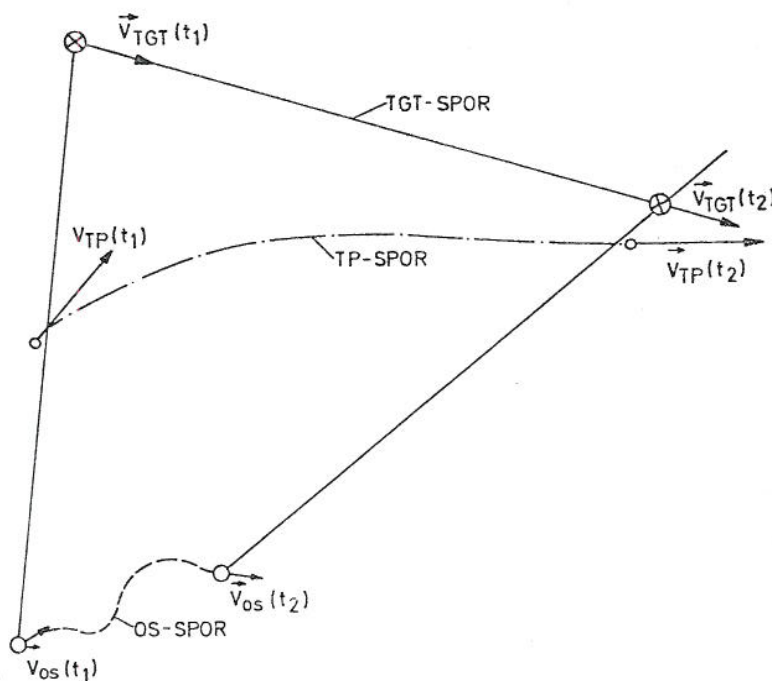
5.3.2 Torpedostyringsprinsipp

Som nevnt inngår følgende tre enheter i torpedostyring:

- Eget fartøy (OS—own ship)
- Målfartøy (TGT—target)
- Torpedo (TP—torpedo)

Styringen skjer ved fastleggelse og/eller manipulering av de tre enheters hastighetsvektorer:

- V_{OS} som må fastlegges, og kan i noen grad manipuleres
- V_{TGT} som må fastlegges
- V_{TP} som skal manipuleres og virkningen av manipulasjonene må fastlegges



Figur 5.4 Illustrasjon av torpedoengasjement

Geometrisk kan en engasjementssituasjon illustreres som vist i figur 5.4. Hastighetsvektorene er illustrert i to tidspunkt, t_1 og t_2 .

Enhetenes spor i tidsrommet (t_1, t_2) er inntegnet. Ved siden av kunnskap om hastighetsvektorene (størrelse og retning) må man imidlertid også kjenne deres geometriske beliggenhet i planet. Det er da tilstrekkelig å kjenne denne beliggenhet i et tidspunkt, f.eks. t_0 , samt vektorenes tidsutvikling for $t > t_0$. Dermed kan de 3 engasjementenheters løp entydig fastlegges.

I torpedostyringen gjøres det bruk av tilbakekoplet informasjon. Dette kan gjøres ved at man foretar en beregning av torpedoløp i henhold til de styrepulser som har blitt sendt til den. Derved fås et antatt løp, som brukes som kontrollinformasjon.

Den matematiske utredning av tegningene for de forskjellige styringsmodi er gitt i Intern rapport 188 (6), og vil ikke bli nærmere behandlet her.

5.3.3 Torpedobestikk

Torpedobestikkets hensikt er å beregne og oppdatere torpedoens stedskoordinater (x, y) , hastighetskomponenter (\dot{x}, \dot{y}) samt torpedokursen C_{TP} .

Torpedohastighetene er kjente og konstante for hver av torpedotypene TP-61 og MK-37. Ut fra dette finner en enkelt hvor lang distanse ΔS torpedoen er i stand til å tilbakelegge i tiden mellom to påfølgende programaktiveringer.

Hastighetskomponentene bestemmes av ligningene

$$\dot{x} = \Delta S \cdot \sin(C_{TP}) \quad (5.5a)$$

$$\dot{y} = \Delta S \cdot \cos(C_{TP}) \quad (5.5b)$$

og posisjonen bestemmes av ligningene

$$x = x_1 + \dot{x} \quad (5.6a)$$

$$y = y_1 + \dot{y} \quad (5.6b)$$

hvor x_1 og y_1 angir foregående posisjon.

Torpedokursen bestemmes ved at informasjon (fra regnemaskinen) om hva slags manøver torpedoen har foretatt transformeres til den vinkelkorreksjon kursen skal pålegges. Vinkelkorreksjonen (svingeraten) er 1° for TP-61 og 2° for MK-37. D v s

$$C_{TP} = C_1 \pm 1^\circ \quad \text{for TP-61} \quad (5.7a)$$

$$C_{TP} = C_1 \pm 2^\circ \quad \text{for MK-37} \quad (5.7b)$$

hvor C_1 angir foregående torpedokurs.

5.3.4 Torpedo styrepuls generering

Når torpedoen avviker fra ønsket kurs vil informasjonene "torpedokurs" (C_{TP}) og "torpedokurs ønsket" ($C_{TP\emptyset}$) som er beregnet og plassert i torpedorørlagrene i regnemaskinen benyttes sammen med informasjonen om torpedoenes svingrate (ΔC) til å bestemme hvorvidt det skal sendes pulser til torpedoene og hva slags pulser som skal sendes.

Betingelsen for eksekvering av pulser er

$$|C_{TP} - C_{TP\emptyset}| \geq \Delta C \quad (5.8)$$

hvor ΔC eller svingraten er 1° for TP-61 og 2° for MK-37.

5.4 Lydbaneberegning (7)

5.4.1 Generelt

Man kan spesifisere tre forskjellige måter å presentere lydbanene på:

- Mode I – Lydbanen beregnes når utgangsretningen er parallell med horisontalplanet. Dybden er valgbar.
- Mode II – For valgt utgangsdybde og tiltvinkel beskrives lydforplantningen. I tillegg til lydbanen for den valgte tiltvinkel beregnes lydforplantningen også for vinkler som er 1 grad større og mindre enn den valgte tiltvinkel, dvs tre lydbaner.
- I denne mode får man et inntrykk av hvordan lyden sprer seg ved de valgte startbetingelser.
- Mode III – For valgt utgangsdybde og vinkel beregnes lydbanen så langt at tiden lyden bruker fra lydkilden til et punkt på banen og tilbake til utgangspunktet igjen, er lik en spesifisert tid.

I mode I og II følges strålen til en bestemt horisontal avstand er tilbakelagt, i mode III i et tidsintervall av en bestemt varighet.

5.4.2 Matematisk bakgrunn

Lydhastighetsprofilen (lydhastigheten som funksjon av dybden) antas å være kjent for det sted lydkilden befinner seg. I beregningene er det antatt at lydhastigheten bare er en funksjon av dybden z , ikke av koordinatene i horisontalplanet, x og y . Denne antakelsen gjøres:

- For å gjøre den matematiske behandling enklere
- Fordi man i praktiske tilfeller bare kjenner hastighetsprofilen for det sted i horisontalplanet lydbanen befinner seg

I denne tilnærmelsen vil lydstrålene avbøyes bare i vertikalretningen, slik at lydbanene i sin helhet vil ligge i et vertikalt plan gjennom lydkilden. Programmet beregner banene i dette planet.

I praksis måler man lydhastigheten i bestemte dybder. Man kjenner derfor ikke det virkelige lydhastighetsprofilen, bare punkter på dette. Som tilnærmelse til lydhastighetsprofilen foretar programmet en lineær funksjon av dybden innen hvert sjikt. Hastighetsgradienten er ikke nødvendigvis den samme fra sjikt til sjikt.

Det matematiske problem reduseres da til å betrakte forplantningen av en lydstråle i et medium med konstant hastighetsgradient.

Forplantningen av en lydstråle i et medium med variabel lydhastighet er gitt ved Snell's lov (analogt med optikken)

$$\frac{\cos \theta}{c} = \frac{\cos \theta_0}{c_0} \quad (5.9)$$

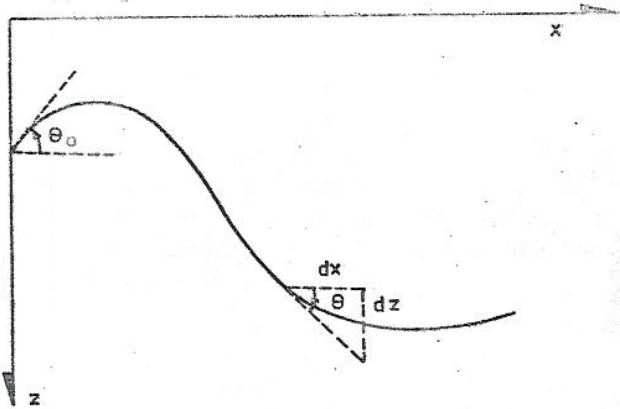
hvor c_0 og θ_0 er henholdsvis lydhastighet og strålens vinkel med horisontalplanet i startpunktet. c og θ er de tilsvarende størrelser i en vilkårlig dybde.

I tillegg må den geometriske betingelsen

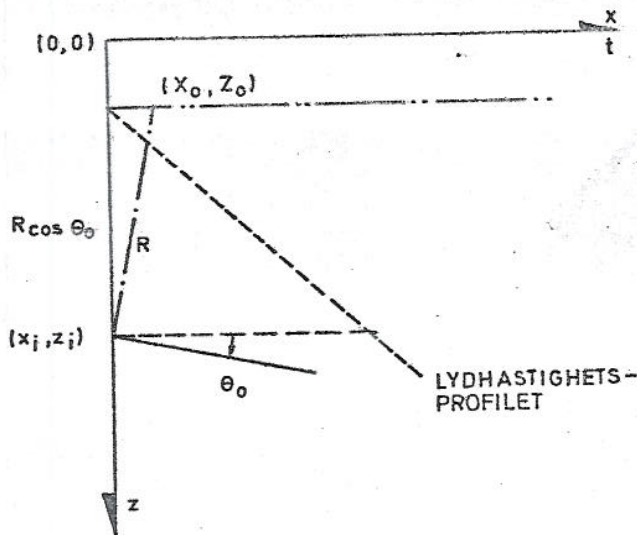
$$\operatorname{tg} \theta = \frac{dz}{dx} \quad (5.10)$$

oppfylles i ethvert punkt på lydbanen som vist på figur 5.5. Disse to relasjonene (5.9) og (5.10) sammen med den betingelsen at banen skal være kontinuerlig, beskriver bølgeforplantningen fullstendig.

Hvis man antar at lydhastigheten er en lineær funksjon av dybden kan det vises at lydbanene blir eksakte sirkler.



Figur 5.5 Illustrasjon av lydbane



Figur 5.6 Lydbanehastighetsprofil

$$(x-x_0)^2 + (z-z_0)^2 = R^2 \quad (5.12)$$

Løsningen av det fullstendige problem blir på grunnlag av dette:

Innenfor hvert sjikt vil lydbanen beskrive en del av en sirkel. Ved overgangen mellom to sjikt vil sirkelen bare forandre radius og sentrum, som er gitt ved hastighetsgradienten i det nye sjikt og stråls vinkel med horisontalplanet (ved overgangen).

Eventuell refleksjon fra bunn eller overflate antas å være en ideell refleksjon fra en plan horisontal overflate, (innfallsvinkel = utfallsvinkel). (Bunnrefleksjon eller ikke spesifiseres i inputdata.)

Den tiden lydstrålen bruker langs banen beregnes ved at man approksimerer avstanden mellom to og to nabopunkter på lydbanen med

$$1 = (\Delta x^2 + \Delta z^2)^{1/2} \quad (5.13)$$

der Δx og Δz er henholdsvis horisontal og vertikal avstand mellom punktene. Som tilnærming til den eksakte lydshastigheten er det aritmetiske middel av lydshastigheten i det aktuelle sjikt benyttet.

Sentrum for sirkelen ligger i den dybde der lydshastigheten ville være null. Horisontal koordinat for sentrum er gitt ved helningen med horisontalplanet, θ_0 .

Av figur 5.6 følger da at

$$R \cos \theta_0 \cdot \text{grad } c = c_0 \quad (5.10)$$

hvor grad c = den konstante hastighetsgradienten innenfor sjiktet = $\partial c / \partial z$ ($= \Delta c / \Delta z$ i denne approksimasjon). R er radius i sirkelen.

$P = \cos \theta_0 / c_0$ er konstant langs lydbanen, altså er

$$R = \frac{1}{P} \cdot \frac{1}{\text{grad } c}$$

omvendt proporsjonal med hastighetsgradienten. Spesielt vil lyden følge rette linjer i sjikt med konstant lydshastighet.

Av figur 5.6 ser man at koordinaten til sirkelens sentrum er gitt ved

$$x_0 = x_i - R \sin \theta_0 \quad (5.11a)$$

$$z_0 = z_i - R \cos \theta_0 \quad (5.11b)$$

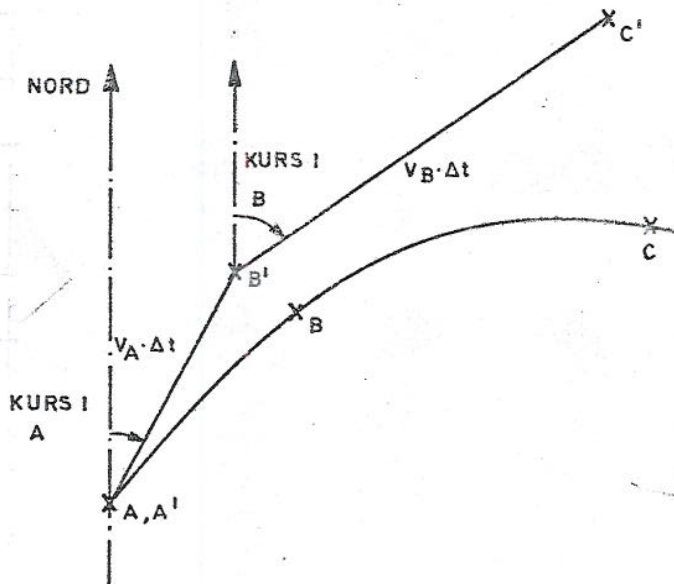
der R er regnet med fortegn (R har samme fortegn som grad c , se ligning (5.10)).

Ligningen for et løpende punkt på sirkelen (x, z) blir da

5.5 Eget fartøys bestikk (8)

5.5.1 Generelt

Eget fartøys bestikk benyttes for å holde rede på fartøyets posisjon til enhver tid. Bestikket oppdateres ved at det med bestemte tidsintervaller (Δt) leses av logg og gyro, og ut fra denne informasjon bestemmes posisjonen for neste sampling av disse instrumenter. Dersom fartøyets posisjon ved første avlesning (A) er kjent kan geometrien for eget fartøys bestikk illustreres som vist i figur 5.7.

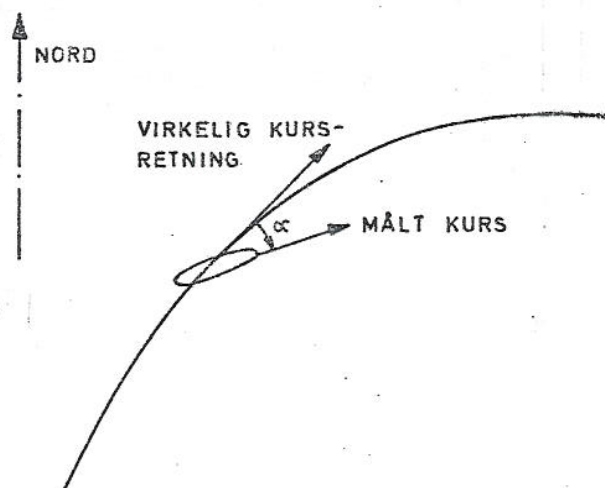


Figur 5.7 Geometri for eget fartøys bestikk

Når fartøyet er i punkt A, samples logg og gyro. Det avsettes en linje A'B'. Linjens vinkel med nord er gitt ved den avleste kurs og lengden av linjestykket er gitt ved $v_A \cdot \Delta t$, hvor v_A er hastigheten målt i A og Δt er samplingsperioden for logg og gyro. Neste gang logg og gyro leses av, indikerer bestikket at fartøyet er i B' mens det i virkeligheten er i punkt B. Det avsettes nå en rett linje B'C' slik at vinkelen med nord er lik den avleste kurs og lengden er gitt ved $v_B \cdot \Delta t$, hvor v_B er hastigheten målt i B. Neste gang logg og gyro samples indikerer bestikket at fartøyet er i C', mens det i virkeligheten er i C. På denne måten fortsetter man å oppdatere bestikket med tidsintervaller på Δt (kursvinkelen regnes positiv med urviseren).

Oppdateringen av bestikket medfører følgende tre problemer:

- Etter en tid vil det oppstå et avvik mellom virkelig posisjon og den posisjon som bestikket viser. Denne feilen ser man indikert i figur 5.7 og den oppstår ved at fartøyet beveger seg langs en glatt kurve og ikke langs en brukket linje som beregningen av bestikket er basert på. På grunnlag av dette er det naturlig å stille seg spørsmålet; hvor ofte må logg og gyro samples og bestikket oppdateres for at avviket mellom antatt (bestikkoppdatert) posisjon og virkelig posisjon ikke skal bli urimelig stor etter en viss tid.
- Når fartøyet er i en sving oppstår en annen systematisk feil i oppdatering av bestikket. På grunn av fartøyets treghetsmoment vil ikke skipets akse peke langs banetangenten, men vil danne en vinkel med denne. Vinkelen er avhengig av fart, rorvinkel, fartøystype etc (se figur 5.8). Retningen av vinkelen er positiv (med urviseren) ved høyresvinger og negativ ved venstresvinger. Når fartøyet er i en sving, vil altså alle gyroavlesninger få en systematisk feil, positiv eller negativ. Spørsmålet er; hvor store avvik mellom bestikk og virkelig bane vil denne feilkilden føre til, og hvordan kan man eventuelt korrigere for den?



Figur 5.8 Illustrasjon av gyrofeil ved kursendring

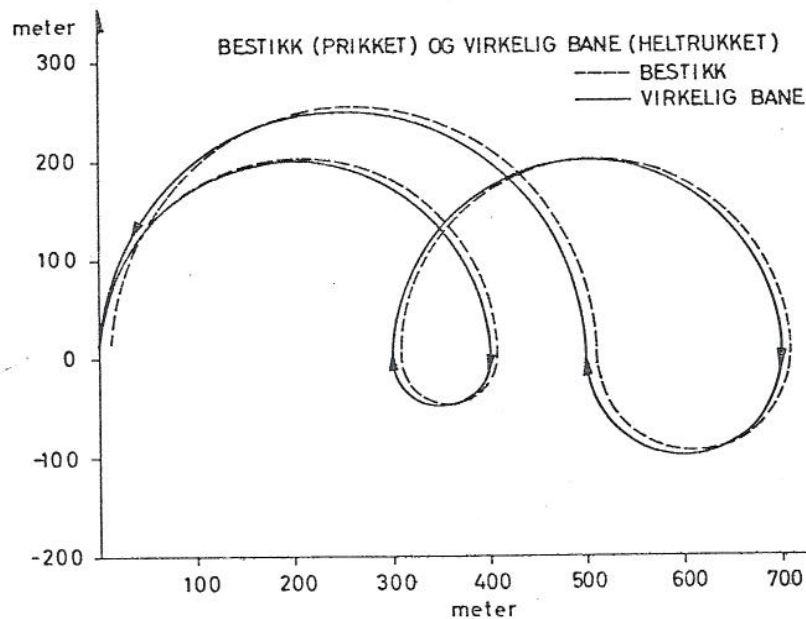
- c) Det tredje problem som melder seg er at for å kunne beregne bestikken trenger en å benytte de trigonometriske funksjoner sinus og cosinus for hver oppdatering. Dette skal foregå relativt ofte, og de innebygde rutiner i regnemaskinen, SIN og COS, er langsomme. Nå er det imidlertid slik at en avlest kurs avviker bare med en liten vinkel fra den forrige avleste kurs. Ut fra dette er det naturlig å spørre om det er mulig å benytte en form for rekkeutvikling basert på sin og cos til forrige gyroavlesning til å bestemme disse funksjonene med tilstrekkelig grad av nøyaktighet.

5.5.2 Oppdateringsfrekvens

For å analysere problemet med avviket mellom fartøyet posisjon og den posisjon som bestikken gir har en benyttet regnemaskin simulering. FORTRAN-subrutinen REALPOS ble benyttet for simuleringen.

Forskjellige baner ble prøvd og banen som ble brukt ved den endelige undersøkelsen er vist i figur 5.9. Den heltrukne kurve er den virkelige bane, mens den som fremkommer ved bestikken er vist med prikket kurve ($\Delta t = 2$ s). Hastigheter og akselerasjoner langs banen i figuren er:

Fra $t = 0$ s til $t = 215$ s $v = 1.0$ m/s
 Fra $t = 215$ s til $t = 245$ s aks fra $v = 1.0$ til 5.0 m/s
 Fra $t = 245$ s til enden av banen; $v = 5.0$ m/s

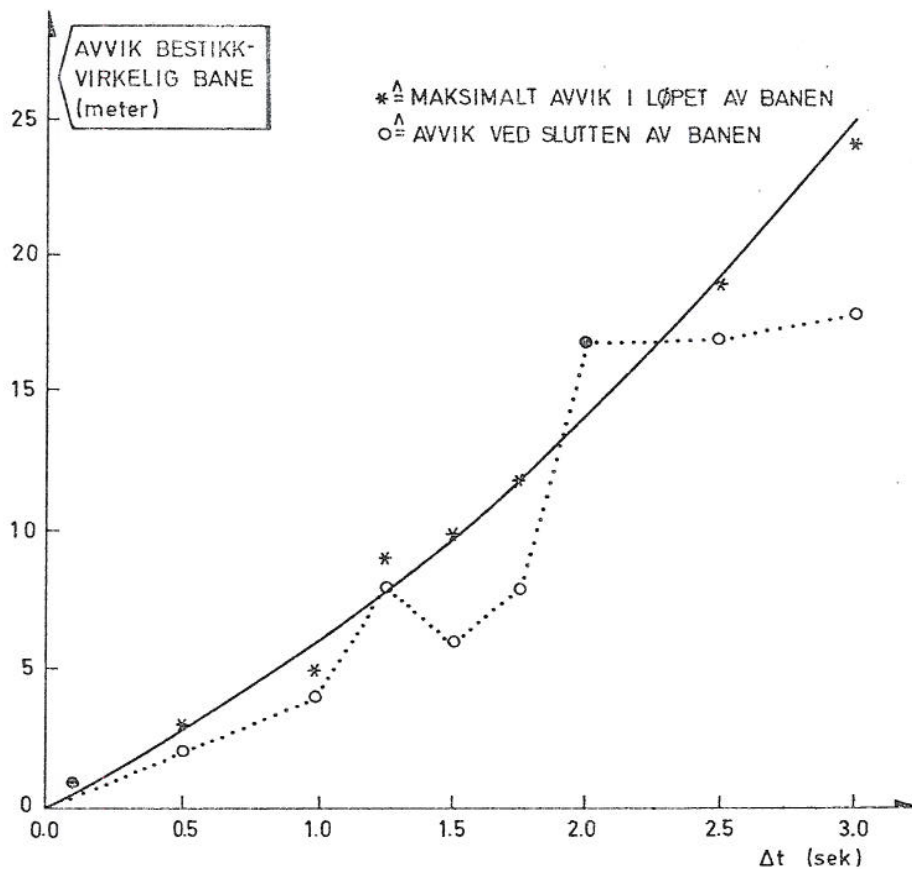


Figur 5.9 Banen som ble benyttet for undersøkelse av samplingsperioden

Grunnen til at denne banen ble valgt er at den inneholder en god del manøvre og har passelig lengde (ca 5000 m). Sammenhengen mellom samplingsfrekvens og avvik mellom virkelig bane og bestikk ble undersøkt for den viste bane. Resultatet er vist i figur 5.10.

Det ser ut til at avviket ved slutten av banen er beheftet med tilfeldige variasjoner som gir et dårlig bilde av sammenhengen. Det maksimale avvik langs banen (indikert med kryssene i figur 5.10) synes å gi et bedre bilde av den funksjonelle sammenheng.

Den funksjonelle sammenheng som figur 5.10 viser gjelder selvfølgelig bare for de valgte inputdata. Resultatet kan ikke uten videre ekstrapoleres til å gjelde andre baner med andre hastigheter og akselerasjoner, men andre undersøkelser som ble foretatt tyder på at lignende resultater fåes ved flere banetyper.

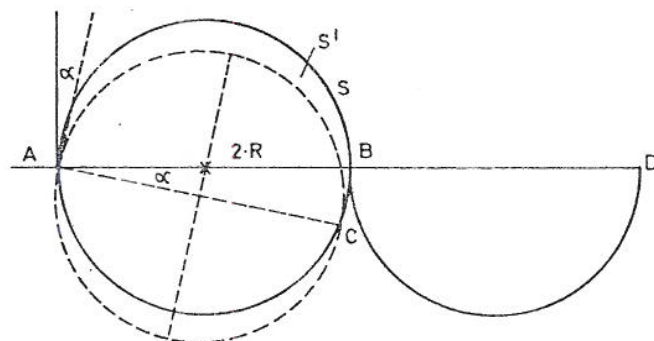


Figur 5.10 Avvik mellom fartøyets posisjon og bestikkets posisjon

Den geometriske feil som oppstår ved at man oppdaterer bestikket med rette linjer i stedet for å følge en glatt kurve øker når tidsintervallet Δt mellom hver sampling øker som vist i figur 5.10. Dette skulle tilsi at Δt bør velges minst mulig. På den annen side må ikke Δt velges så liten at en kursendring ikke gir større forandring i Δv enn instrumentenes målenøyaktighet. I MSI-70U har en valgt $\Delta t = 2$ s, men dette kan endres ved å endre konstanten i programmet.

5.5.3 Systematiske feil i gyro gjennom en sving

På grunn av at fartøyets akse ikke peker langs banetangenten i en sving, vil det som før nevnt oppstå en systematisk feil i gyroavlesningene. I det følgende refereres fra undersøkelser som ble foretatt over størrelsesordenen av denne feilen, samt muligheter for å korrigere for denne feilkilden.



Figur 5.11 Effekten av den systematiske feil i gyro i en sving

Det som skjer geometrisk er vist i figur 5.11. Når fartøyet beveger seg langs sirkelen s vil man ved å lese av hastighet og kurs, oppdatere bestikket på grunnlag av dette, tro at fartøyet beveger seg langs sirkelen s' . Denne har samme radius som s , men er dreid en vinkel α om punktet A som er startpunktet i svingen (man antar at man i dette punkt kjenner virkelig posisjon nøyaktig). At det er slik kan en overbevise seg om gjennom følgende resonnement. Vinkel-

differansen fra måling til måling er den samme som den man hadde detektert om man hele tiden hadde målt den riktige kursen. Den vinkelhastigheten som kan beregnes på grunnlag av gyroavlesningene er følgelig riktig. Da den målte banehastighet er tilnærmet riktig, følger det at den målte svingradius er lik den virkelige svingradius. I starten viser bestikket riktig posisjon, men målt kurs danner en vinkel a med virkelig kurs. Følgelig fåes det geometriske forhold som er vist i figur 5.11.

Det maksimale avvik mellom bestikk og virkelig posisjon oppstår når fartøyet er i B. Ifølge bestikket er man i C. Avviket i x- og y-koordinater er da

$$\Delta x = 2R(1 - \cos a) \quad (5.14a)$$

$$\Delta y = 2R \sin a \quad (5.14b)$$

$$\Delta R = (x^2 + y^2)^{1/2} \quad (5.15)$$

hvis a antas å være en liten vinkel kan man sette $\Delta R \approx 2R \cdot \sin a$.

Med $a = 2^\circ$ og svingdiameter 300 m fåes et avvik på ca 10 meter etter en sving på 180° .

Når man kommer tilbake til A (etter 360°) viser bestikket igjen riktig. Det samme skjer også hvis man i stedet for å gå tilbake til A går i en venstresving til D langs en halvsirkel med samme radius. Under spesielt ugunstige manøvre vil imidlertid feilen kunne akkumulere seg. (Et spesielt eksempel på slike ugunstige manøvre har man i figur 5.9. Man bør f.eks unngå konsekvent å bevege seg i store høyresvinger og små venstresvinger (eller omvendt.)

Denne systematiske feil kan man korrigere for ved å sammenligne siste gyroavlesning med gyroavlesningen to tidsintervaller tidligere. Hvis differansen overstiger en viss verdi trekker man fra eller legger til en liten korreksjonsvinkel. For en større differanse korrigerer man med en noe større korreksjonsvinkel. (Med $R = 150$ m og $v = 4$ knop fåes f.eks en vinkeldifferanse på $\Delta v = 1.5^\circ$ på 2 s. Man skulle altså lett kunne detektere om fartøyet svinger eller ikke selv om måleusikkerheten skulle ha et standardavvik på ca 1° .)

5.5.4 Rekkeutvikling av sinus og cosinus

Som nevnt tidligere er det ønskelig å kunne bruke enslags rekkeutvikling som forenkler beregningen av de trigonometriske funksjoner som forekommer.

Det ble forsøkt med Taylor-utvikling til 1.orden, 2.orden og 3.orden. Både for 2. og 3. orden var det ikke mulig å påvise noe signifikant avvik fra det bestikk som ble beregnet v h a de innebygde trigonometriske funksjoner, i alle fall ikke for de baner beregningen ble utført for. For 1.orden derimot ble det fort klart at bestikket fikk betydelige avvik fra virkelig posisjon allerede etter kort tid.

Det ble derfor klart at Taylor-utvikling til 2.orden

$$\sin(x + h) = \left(1 - \frac{h^2}{2}\right) \sin x + h \cos x \quad (5.16a)$$

$$\cos(x + h) = \left(1 - \frac{h^2}{2}\right) \cos x - h \sin x \quad (5.16b)$$

ville gi den nødvendige nøyaktighet samtidig som regnetiden ville skjæres ned til omtrent det halve (h er vinkelinkrementet).

For hver 10. beregning av sin og cos bør en benytte de innebygde trigonometriske funksjoner. For alle mellomliggende vinkler benyttes Taylor-utvikling til 2.orden som vist over. Grunnen til at en for hver 10. beregning av de trigonometriske funksjoner bør benytte de innebygde rutiner er å unngå at små feil i Taylor-utviklingen kan akkumulere seg over et stort antall beregninger.

6 PROGRAMBESKRIVELSE

6.1 Generelt

Ildledningsanlegget benytter en programmerbar SM-303M regnemaskin med 32 k kjernehu-kommelse. Magnetisk tape kan dessuten koples til systemet. Regnemaskinen utfører blant annet følgende funksjoner:

- Automatisk og halvautomatisk målfølging
- Bestikkberegninger for eget fartøy og torpedo
- Kursberegninger for eget fartøy og målfartøy
- Lydbaneberegninger
- Posisjonsberegninger på grunnlag av observasjoner
- Torpedo prøveløsning, salve oppsetting og styring
- Presentasjon av data på dataskjermer og tallindikatorer
- Starter opp systemet etter svikt i kraftforsyningen
- Leser inn data fra:
 - Klokke med fast interrupt frekvens (10 Hz)
 - Peilevinkel o s v fra eget fartøys sensorer
 - Torpedo status register og styresignal kvittering
 - Eget fartøys gyro, logg og dybdemåler
 - Trykknapper, vendere, kippbrytere, tastatur og rulleball markør
 - Svikt i kraftforsyningen
 - Kvittering fra magnetisk tape
 - Synkroniseringssignaler fra Decca Seafix navigasjonssystem
- Skriver ut data til:
 - Dataskjermer, tekst og tall indikatorer
 - Lys på trykknapper
 - Torpedo kontroll og styreenhet
 - Magnetisk tape
 - Decca Seafix log punch

Disse funksjoner styres av en rekke regnemaskinprogrammer. Dokumentasjonen av regnemaskinprogrammene har to hovedformål:

- a) Å gi en introduksjon til den filosofi som ligger til grunn for oppbyggingen av programsystemet. Denne informasjon sammen med den matematiske beskrivelse (kapittel 5) er beregnet på programmerere som skal foreta utvidelser av programsystemet eller foreta forandringer i de enkelte programmer. Informasjonen er dessuten velegnet for personell som har behov for en introduksjon til programsystemet.
- b) Å beskrive de enkelte programmer som inngår i MSI-70U's programsystem så detaljert at beskrivelsene kan danne grunnlag for feilfinning.

Figur 6.1 viser i grove trekk data flow i MSI-70U systemet. For å øke oversikten er alle generelle subrutiner utelatt. Likeså er datafunksjoner ikke tatt med og det samme er tilfelle med oppstarting etter svikt i kraftforsyningen. Som en ser av figuren er systemet delt inn i følgende hoveddeler:

- Sensor input
- Automatisk målfølging
- Halvautomatisk målfølging
- Eget fartøys bestikk
- Torpedo system

FORTROLIG

Ved siden av disse hoveddeler er det mindre subsystemer som:

- Lydbaneprogrammer
- Tidspeileprogrammer
- Fire siste aktive observasjoner

Programsystemet for MSI-70U vil i stor grad avvike fra det programsystem som er benyttet i prototypen. En skal derfor i denne rapport kun gi en introduksjon til den filosofi som ligger til grunn for programsystemet, beskrive det overordnede sekvenserings-system samt kort redegjøre for de programmer som er dokumentert av FFIs faste personell.

6.2 Filosofien for programsystemet (9)

6.2.1 Generelt

Regnemaskinen samstyres med det øvrige system ved hjelp av maskinens interrupt system. Utgangene til interrupt behandlingssystemet ligger fra adresse 1 og utover i kjernelageret. Følgende utstyr/funksjoner gis interrupt på hver sin kanal:

- Kraftforsyningsfeil
- Tidsmonitor (klokke)
- Brytermonitor
- Magnetbånd stasjon
- Decca Seafix (på to kanaler)

Vi skal i det etterfølgende se litt på de forskjellige interrupt funksjoner.

6.2.2 Kraftforsyningsfeil

Dersom det oppstår feil i kraftforsyningen vil alle registre lagres og maskinen gå i STOP.

Når spenningene kommer tilbake vil maskinen starte i adresse oktalt 77777. Dersom spenningen har vært borte i kort tid vil systemet starte opp på det sted hvor programmet ble avbrutt, men dersom spenningen har vært borte i lengre tid vil maskinen automatisk utføre en kald start og alle historiske data vil bli slettet ut.

6.2.3 Tidsmonitor med prioritering

6.2.3.1 Generelt

Programsystemet som skal til for å styre en ekstern prosess består av et antall prosedyrer. Prosedyrenes natur med hensyn til deres tids- og prioritetskrav er avgjørende for hvilke premisser regnemaskinen skal legge til grunn for deres utførelse. Eksempelvis skal en prosedyre som tar seg av datainngang fra en kilde motta og behandle data hvert sekund, da kilden kontinuerlig med et sekunds intervall frembringer data. Dette innebærer at vedkommende prosedyre skal utføres minst en gang pr sekund, da en ellers vil miste data fra denne kilde. I regnemaskinen ordnes dette med interruptsystemet som med en frekvens på 10 Hz frembringer en interrupt.

En annen prosedyre skal på andre tidspunkter utføres, for på grunnlag av kildens data å produsere utgangsdata. Dette medfører at regnemaskinsystemet har behov for å generere og kontrollere en tidsakse med hensyn til prosesseringen.

Ytterligere et aspekt i denne sammenheng er prioritering. Enkelte prosedyrer er høy-prioriterte og disse må få prioritet fremfor lavere-prioriterte prosedyrer. Et tids- og prioritertorientert monitor system er anvendt i MSI-70U for å løse disse problemer.

Programmessig bygger systemet i hovedsak på to konsepter, nemlig *jobbtabell* og *system stack*. Vi skal se litt nærmere på disse.

6.2.3.2 Jobbtabell

Jobbtabellen anvendes for å kunne sekvensere de aktuelle prosedyrer som inngår i systemet i henhold til deres tids- og prioritetskrav, og omfatter et dataområde i regnemaskinens hukommelse på ett element for hver prosedyre som vist i figur 6.2.

Hvert element består av to regnemaskinord:

- a) Første ordet er en tidsteller som økes med 1 ved hvert klokkeinterrupt. Tallet er vanligvis negativt og spesifiserer antall klokke-interrupter før prosedyren skal utføres. Positiv tidsteller innebærer at vedkommende prosedyre skal aktiviseres.
- b) Andre ordet er en referanse eller adresse til starten på den aktuelle prosedyre.

Jobbtabellens struktur innebærer statisk-prioritet for alle prosedyrer som er referert. Dette medfører at jo lengre ned i tabellen man kommer dess lavere er prioriteten. Imidlertid kan man ved hjelp av spesielt konstruerte rutiner for aktivisering og deaktivisering av jobbtabell elementer, til en viss grad manipulere på den til enhver tid aktuelle jobbtabells oppbygging.

Programsystemet kan ved klokke interrupt være i en av to tilstander som vist i figur 6.2, nemlig:

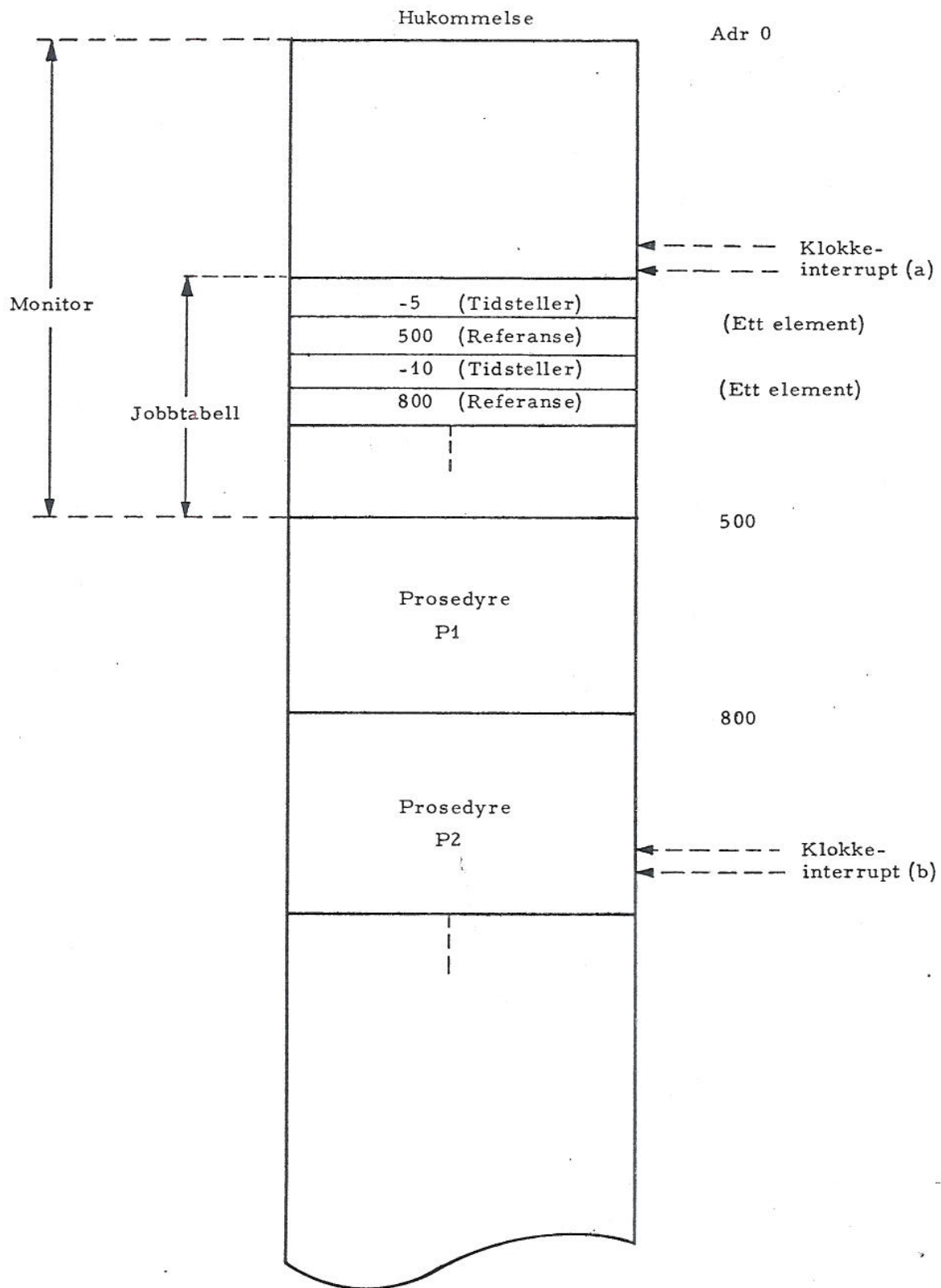
- i) Ingen prosedyre er under prosessering når interrupt inntreffer. Dette innebærer at man befinner seg i monitoren ved dette tidspunkt, nærmere bestemt i en venteloop.
- ii) Interrupt inntreffer når en prosedyre er under prosessering. Dette innebærer at man befinner seg et eller annet sted i vedkommende prosedyre ved dette tidspunkt.

Ut fra monitorens flytediagram som er gitt i figur 6.3, skal en se på hvordan jobbtabellen fungerer.

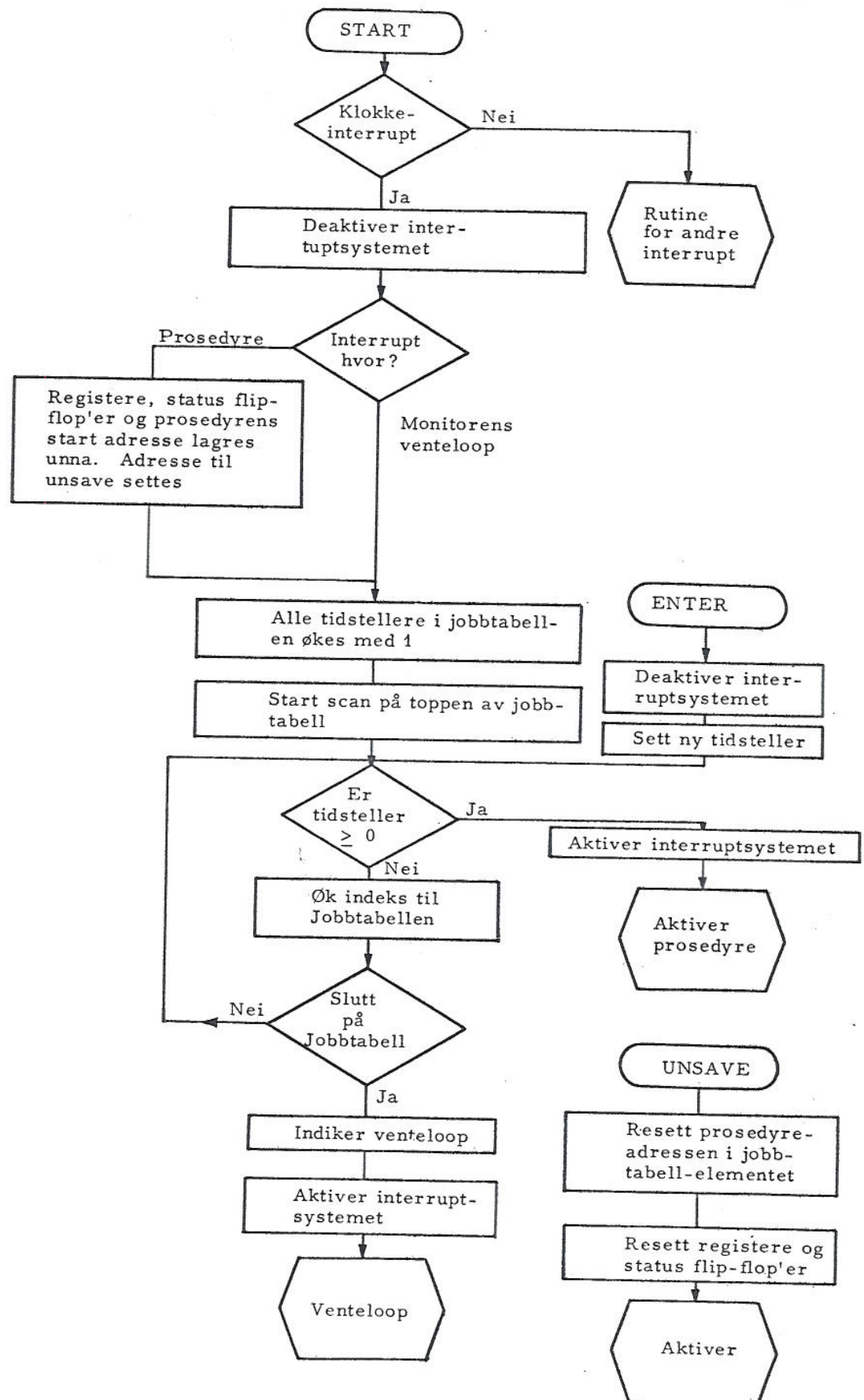
I tilfelle i) vil interruptsystemet ved interrupt gi kontrollen til monitoren. Monitoren vil deaktivere interrupt systemet for en viss tid slik at monitoren er sikret gjennomløp uten avbrudd. Alle tidstallerne i jobbtabellen blir øket med 1. Dernest vil tidstallerne i prioritetsrekkefølge overføres et register og testes om de er positive. Påtreffes en positiv tidsteller vil interruptsystemet bli aktivisert og den aktuelle prosedyre entres i henhold til dens referanse i jobbtabellen.

Er imidlertid alle tidstallerne negative viser dette at ingen prosedyre skal utføres på det nåværende tidspunkt og interruptsystemet blir aktivisert. En venteloop blir indikert og entret. Neste interrupt avventes og det beskrevne monitorforløp gjentas.

I tilfelle ii) vil interruptsystemet ved interrupt gi kontrollen til monitoren. Monitoren vil gjennomløpe en sekvens hvor registre, status flip-flop'er og referansen til prosedyren blir lagret i monitorens del av hukommelsen. Referansen til prosedyren erstattes med referansen til en monitorrutine med navn *Unsave*. Tidstallerne i jobbtabellen økes med 1 og monitoren vil på vanlig måte undersøke om en prosedyre med høyere prioritet skal



Figur 6.2 Jobbtabellens plassering i regnemaskinenes hukommelse



Figur 6.3 Monitoren flytediagram

aktiviseres. Dersom dette er tilfelle vil denne bli aktivisert på vanlig måte. Etter at alle høyere prosedyrer er utført vil man komme tilbake til den jobbtabell posisjon som den avbrutte prosedyre har. Via referansen i dette jobbtabell element vil *Unsave* rutinen forårsake at den opprinnelig prosedyres adresse settes i jobbtabellen, registrene og status flip-flop'ene resettes og kontrollen gis til prosedyren på det sted avbruddet inntraff.

Klokke interrupt kan medføre at flere prosedyrer blir avbrutt og følgende eksempel viser forenklet hvordan monitoren tar hand om tre prosedyrer i et slikt tilfelle.

Jobbtabellen som vist i figur 6.4, inneholder tre elementer, ett for hver av prosedyrene P1, P2 og P3. Ett dataområde i monitoren er avsatt til lagring av data ved prosedyreavbrudd. Ved et visst tidspunkt er tidstallerne i jobbtabellen henholdsvis -3, -2 og -1 for de respektive prosedyrer. Dette innebærer at man befinner seg i monitoren venteloop. Ved et klokke interrupt vil monitoren øke tidstallerne indikert ved de første tallene i parentes, og ved å undersøke tidstallerne vil monitoren finne at P3 skal aktiveres. Antar en at P3 ikke blir ferdig eksekvert innen neste klokke interrupt, vil P3 bli avbrutt hvorpå monitoren får kontrollen og, etter at interruptsystemet er deaktivert, gjennomløpes sekvensen hvor registrene etc blir lagret i det avsatte dataområde, adressen til *Unsave* erstatter P3's startadresse i jobbtabellen, tidstallerne økes som indikert ved tallene i de neste parenteser; og man vil se at P2 nå skal aktiveres. Antar man at også P2 vil bli avbrutt ser man at monitoren i sekvensen for overføring av data til monitoren dataområde vil overskrive P3's avbruddsdata med P2's avbruddsdata. Dette medfører at P2 vil kunne fortsette eksekveringen når monitoren via *Unsave*-rutinen gir kontrollen til P2, og den arbeider da videre med de rette data i registrene. Men når P3 omsider skal aktiveres via monitoren og *Unsave*-rutinen vil P2's registerdata stå i det område hvor avbruddsdata ble lagret. Dette medfører at P3 aldri blir aktivert igjen, mens derimot P2 vil få to elementer i jobbtabellen, hvilket ikke er ønskelig.

6.2.3.3 Data allokeringsystem (System Stack)

Monitoren inneholder imidlertid en såkalt *System Stack*, og ved hjelp av dette kan ovennevnte problem løses ved at de overførte data lagres etter hver andre og benyttes etter prinsippet *sist inn – først ut*.

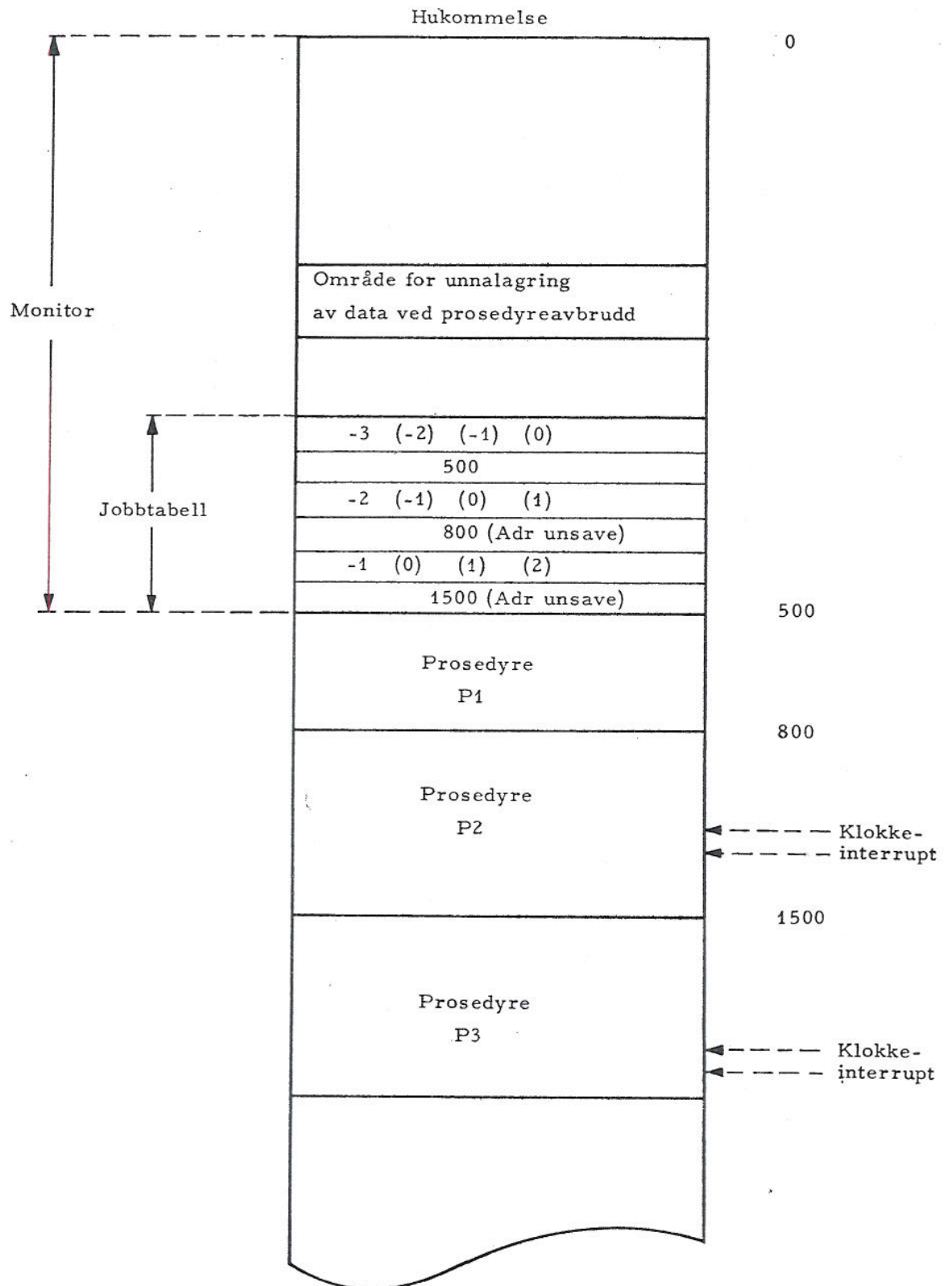
For å kunne styre data allokeringsystemet dynamisk anvendes maskinens *base*-register. Når interruptsystemet er aktivt skal dette register alltid referere til enden av det allokerede dataområde. At B-registeret benyttes på denne måte medfører selvsagt at programmerne får et register mindre å arbeide med, men dette har vært nødvendig for å sikre at de avbrutte prosedyrer blir gjennomført på et senere tidspunkt.

Monitoren benytter data allokeringsystemet til å lagre og gjenfinne de data som er essensielle når det er prosedyrebrudd. Dette lar seg gjøre ved at B-registeret i monitoren økes med det antall regnemaskinord som skal lagres, når et slikt avbrudd inntreffer, og deretter minskes med det tilsvarende antall i *Unsave*-rutinen etter at denne har resatt dataene, men før den avbrutte prosedyre får kontrollen tilbake.

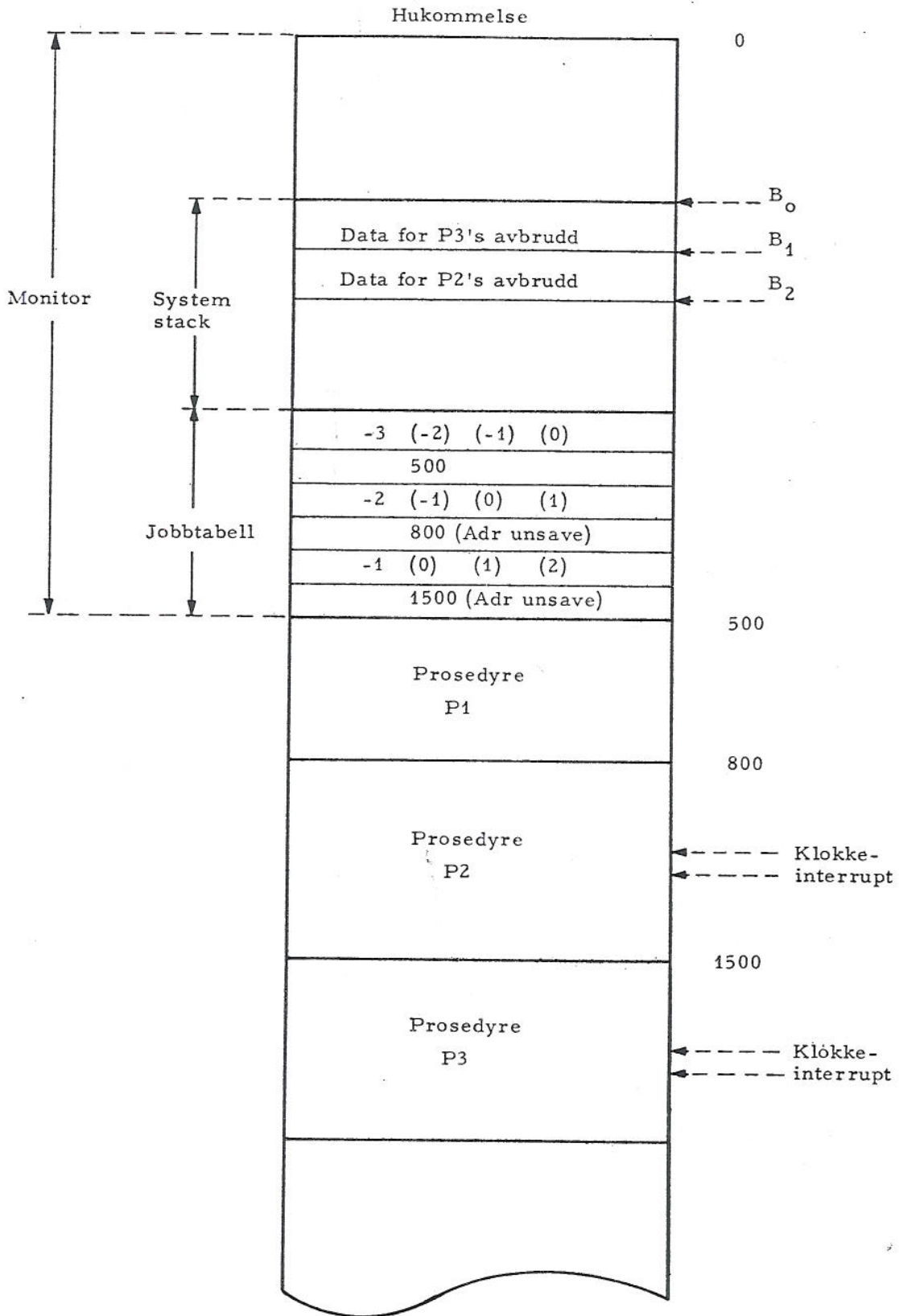
Dersom en benytter data allokeringsystemet (*System Stack*) som vist i figur 6.5, vil monitoren kunne ta hand om de tre prosedyrer som nevnt ovenfor på følgende måte:

Jobbtabellen refererer prosedyrene P1, P2 og P3 som før. Ved et visst tidspunkt er de tilhørende tidstallerne henholdsvis -3, -2 og -1. Interrupt når monitoren befinner seg i venteloopen medfører at tidstallerne blir justert som indikert ved tallene i første parentes, og monitoren vil da P3's tidstaller er blitt positiv aktivere P3. Det antas at P3 vil bli avbrutt under prosesseringen, hvorpå monitoren via interruptsystemet får kontrollen, interruptsystemet deaktiveres og sekvensen for dataoverføring gjennomløpes. I begynnelsen av denne sekvensen vil B-registeret økes med det antall ord som skal overføres, B-regist-

FORTROLIG



Figur 6.4 Jobbtabell med 3 prosedyrer



Figur 6.5 Data allokeringsystem (System Stack)

eret vil peke til B_1 og man har dermed området B_0-B_1 til lagring av prosedyre P3's avbruddsdata. *Unsave*-adressen settes i jobbtabellelementet og tidstallerne økes hvorpå verdiene blir som indikert i de neste parenteser. Dette innebærer at P2 skal aktiveres. Hvis nå P2 også blir avbrutt vil monitorforløpet bli som for P3's avbrudd, men nå med avbruddsdata lagret i området B_1-B_2 i og med at B-registeret på forhånd refererte til B_1 , og P2's jobbtabellelement referer nå *Unsave*-rutinen. Tidstallerne økes til tallene i siste parentes.

Etter at P1, som nå aktiveres, er eksekvert og har returnert til monitoren uten at avbrudd har inntruffet, vil så P2 stå for tur. Via *Unsave* som resetter dataene fra området B_1-B_2 og justerer B-registeret tilbake til B_1 , vil P2 så få tilbake kontrollen der den tidligere ble avbrutt. På tilsvarende måte vil P3 bli utført på grunnlag av avbruddsdataene fra området B_0-B_1 , og B-registeret refererer nå utgangspunktet B_0 . Dette eksempel viser at systemet fungerte etter prinsippet sist inn, først ut, og at prioriteten i programsystemet ikke ble påvirket av operasjonene.

Programsystemet inneholder subrutiner som anvendes av flere forskjellige prosedyrer. Mellomresultatene til disse rutinene må ikke ødelegges eller blandes ved at flere versjoner av en rutine dannes. En ny versjon dannes ved at en rutine blir avbrutt og deretter aktivert fra en av de høyere prioriterte prosedyrer. Dette medfører at subrutiner må lagres "reentrant", d v s at temporærresultatene må lagres på forskjellige steder i regnemaskinens hukommelse.

Data allokeringssystemet benyttes også til dette formål, hvilket innebærer at man i begynnelsen av en subrutine må øke B-registeret med det antall ord som behøves til temporærresultater, for så i slutten av subrutinen å minske B-registeret med det samme antall. På denne måten vil man ved klokke interrupt være sikret at B-registeret til enhver tid refererer til enden av data allokeringen.

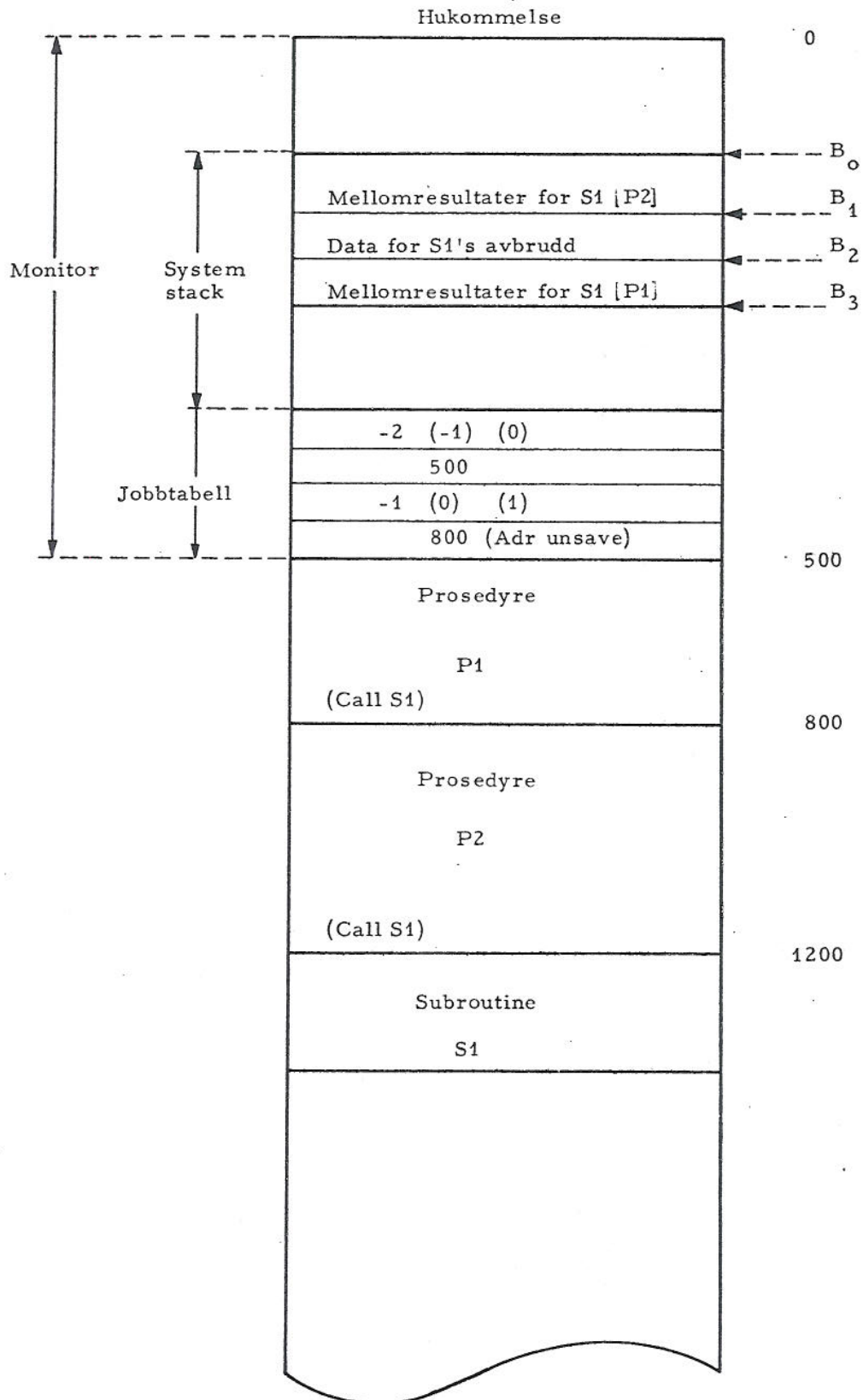
Dette kan illustreres ved følgende eksempel:

Som vist i figur 6.6 anvender prosedyrene P1 og P2 begge subrutinen S1. Jobbtabellen indikerer i dette tilfelle at prosedyre P2 først skal aktiveres. Under utførelsen av prosedyre P2 blir subrutine S1 kalt. I S1 allokeres området B_0-B_1 for temporærresultater ved at B-registeret justeres fra B_0 til B_1 . Antar man at interrupt inntreffer mens man befinner seg i subrutine S1 vil monitoren overføre til området B_1-B_2 , sette B-registeret til B_2 og erstatte P2's startadresse med *Unsave*-rutinens adresse.

Etter at tidstallerne er øket med 1 finner monitoren at P1 skal aktiveres. Interruptsystemet aktiveres av monitoren og prosedyre P1 blir eksekvert. Når så P1 kaller subrutine S1 sørger denne for at området B_2-B_3 avsettes til temporærresultater. Før S1 returnerer kontrollen til P1 justeres B-registeret tilbake til B_2 , returen til P1 skjer og prosesseringen fortsetter. Dersom prosedyre P1 blir ferdig før den blir avbrutt, returnerer denne til monitor med den nye tidstaller som sier når den neste gang skal aktiveres.

Monitoren vil så via *Unsave*-rutinen la subrutinen S1 få fortsette (for prosedyre P2) der den ble avbrutt. *Unsave*-rutinen vil justere B-registeret tilbake til B_1 etter å ha resatt dataene for S1's avbrudd. S1 vil nå fortsette prosesseringen med området B_0-B_1 som arbeidsfelt. Dette er det samme området som ble avsatt til arbeidsområde for S1 når den ble kallet av P2.

Tilsvarende forløp fortsetter så alt etter som klokke interrupt inntreffer og nye prosedyrer aktiveres.



Figur 6.6 Lagring av mellomresultater

6.2.4 Knappemonitor

Alle trykknapper på hovedpanelet og eksterne paneler, med unntakelse for rene hardware brytere, vil gi interrupt når de aktiveres. Brytermonitor programmet vil da entres og ny status prosessert. For roterende- og kipp-brytere blir status tatt vare på ved faste tidsintervaller uavhengig av forandringer som måtte være gjort i intervallet.

Hovedelementet i programmet er en tabell bestående av ett ord for hver trykknapp, inkludert talltastatur, samt en tabell hvor hver roterende- og kipp-bryter posisjon tilsvarer ett ord (for kippbryterne er kun ytterstillingene tatt med).

Trykknappene er delt inn i følgende 4 grupper, bestemt av den logiske funksjon de utfører:

- i) *Av/På*
- ii) *Momentary action (MA)*
- iii) *Datakategori*
- iv) *Knapper med to funksjoner*

Knappemonitor programmet har to entry punkter, et for trykknapper og et for roterende- og kipp-brytere. Trykknapp rutinene entres via monitor programmet når en knapp interrupt er detektert. Programmet vil sperre alle andre interrupt signaler med unntakelse av kraftforsynings interrupt. Videre vil programmet lagre alle registre. Rutinene for roterende-brytere og kipp-brytere entres via jobbtabellen i monitor programmet.

Ved knapp interrupt vil en spesiell instruksjon overføre informasjonen om hvilken knapp som er aktivert til akkumulatoren, og denne brukes videre som index for å hente frem informasjon fra status Tabellen. Informasjonen fra status Tabellen vil angi hvilken gruppe den aktiverte knapp tilhører og en rutine som tar seg av denne gruppe blir entret.

Det opereres med følgende rutiner:

- i) *Av/På rutine*
Denne rutine komplementerer tilhørende statusord, setter ny status tilbake i status Tabellen og slår på eller slukker knappens lys, avhengig av den nye status.
- ii) *Momentary Action rutine*
Denne rutine benytter en egen tabell for å lagre informasjon om hvilken knapp som er aktivert. Er denne tabell full må minst en MA knapp slås av før en ny kan tennes. Dette utføres av et eget program via monitoren hvert halve sekund. Dersom det er ledig plass i tabellen, settes koden for "lys På" i tabellen, lyset tennes og ny status settes i status Tabellen.
- iii) *Talltastatur rutine*
Denne rutine entres dersom tallet som mottas er i området 0-9. Dersom en "Set-in" knapp er aktivert, vil rutinen konvertere tallet til binær form som lagres i et ord korresponderende til den aktiverte "Set-in" knapp. Rutinen vil videre hente nødvendige rutiner for overføring av tallet til tallindikatoren (500).
- iv) *Knapper med 2 funksjoner rutine*
Denne rutine komplementerer tilhørende statusord, slukker det lys som er på og tennes det motsatte.

FORTROLIG

v) Datakategori rutine

Denne rutine tenner lys i den aktiverte knapp, slukker eventuell annen datakategori knapp samt setter ny status. Dersom den knapp som trykkes inn er på, slukker denne og status settes til *Av*-posisjon. Informasjon om hvilken datakategori som er valgt lagres for bruk i andre rutiner og ny status data vises i 501–504 tilsvarende de aktuelle parametre.

Samtlige rutiner returneres til samme punkt, alle registre settes til opprinnelig posisjon og programmet returneres indirekte via hukommelsescelle 0 som holder returadresse etter interrupt.

Som nevnt ovenfor vil rutinene for roterende-brytere og kipp-brytere entres via jobbtabelen i monitorprogrammet. En spesiell instruksjon vil overføre den første bryterstilling til AC-registeret samtidig med at bryterstilling nr 2 gjøres klar til avlesing. Følgende to rutiner benyttes:

i) Roterende-bryter rutine

Rutinen overfører informasjon fra statusordet og setter dette inn i posisjonstabellen. Alle bryterposisjoner er nummerert fra 0 og oppover.

ii) Kipp-bryter rutine

Denne rutine tester om bryteren er aktivisert. Dersom den er aktivisert adderes eller subtraheres den aktuelle verdi fra verdien i en spesiell kipp-bryter tabell.

Begge rutinene returnerer til entry punktet fra monitoren, hvorpå en test om alle brytere er avlest er lagt inn. Dersom dette ikke er tilfelle, overføres neste bryterstilling til AC-registeret og prosedyren gjentar seg. Når alle avlesninger er foretatt, returnerer programmet til monitor med tidsstiller 0 i AC-registeret.

6.2.5 Magnetbånd stasjon

Interrupt fra magnetbånd stasjon (MT) kommer hver gang MT har utført en ordre. Interruptbehandlingen består kun i å gi ut nye styresignaler og eventuelle data før det returneres til det avbrutte program.

6.2.6 Decca Seafix

Decca Seafix systemet gir interrupt på to kanaler, henholdsvis hvert 2 s og 6 s. Hvert andre sekund skrives vekselvis ut systemklokke samt avstand og peiling til mål 0.

6.3 Overordnet sekvenseringssystem (9)

6.3.1 Generelt

Et programsystem som skal til for å styre en ekstern prosess vil bestå av et antall prosedyrer. Prosedyrenes natur med hensyn til deres tids- og prioritetskrav er avgjørende for hvilke premisser som regnemaskinen skal legge til grunn for deres utførelse. Det er derfor nødvendig med et programsystem som administrerer bruken av regnemaskinen. Dette blir i MSI-70U utført av et overordnet sekvenseringssystem bestående av en tidsmonitor med prioritering og en brytermonitor.

Regnemaskinen må videre samstyres med det øvrige system. Dette blir tatt vare på ved hjelp av et interrupt system. Følgende utstyr/funksjoner kan gi interrupt:

- Kraftforsyningsfeil
- Klokke monitor
- Knappemonitor
- Magnetbånd stasjon
- Decca Seafix (2 typer)

Interrupt systemet er programmessig bygget inn i tidsmonitoren.

6.3.2 Interrupt system

6.3.2.1 *Generelt*

Når interrupt introduseres i systemet vil tidsmonitoren entres i adresse 1 i kjemelageret og programmet vil undersøke hva interrupten skyldes. Undersøkelsen vil bli foretatt i følgende prioritets rekkefølge:

- Kraftforsyningsfeil
- Klokke monitor
- Magnetbånd stasjon
- Knappemonitor
- Decca Seafix type 1
- Decca Seafix type 2

6.3.2.2 *Kraftforsyningsinterrupt*

Dersom det er kraftforsyningsinterrupt vil monitoren entre subrutine CABB01 (figur 6.7, s 1) som lagrer verdiene for T,A,D,X,STS,B og L i CABB00 og maskinen går deretter i *Wait*.

Når spenningen kommer tilbake vil regnemaskinen gå via oktalt adresse 77777 til subrutine CAXX (figur 6.7, s 4) som vil resette alle data o s v og prosesseringen vil fortsette der den ble avbrutt. Har spenningen vært borte mer enn 5 sek vil regnemaskinen gå til rutine CAAB (figur 6.7, s 4) som vil viske ut alle historiske data og starte systemet på nytt.

Dersom det ikke er kraftforsyningsinterrupt, vil lampe oktalt 152, som tilkjenner at maskinen er i bruk, bli initiert og programmet vil gå videre og undersøke om det er klokke interrupt.

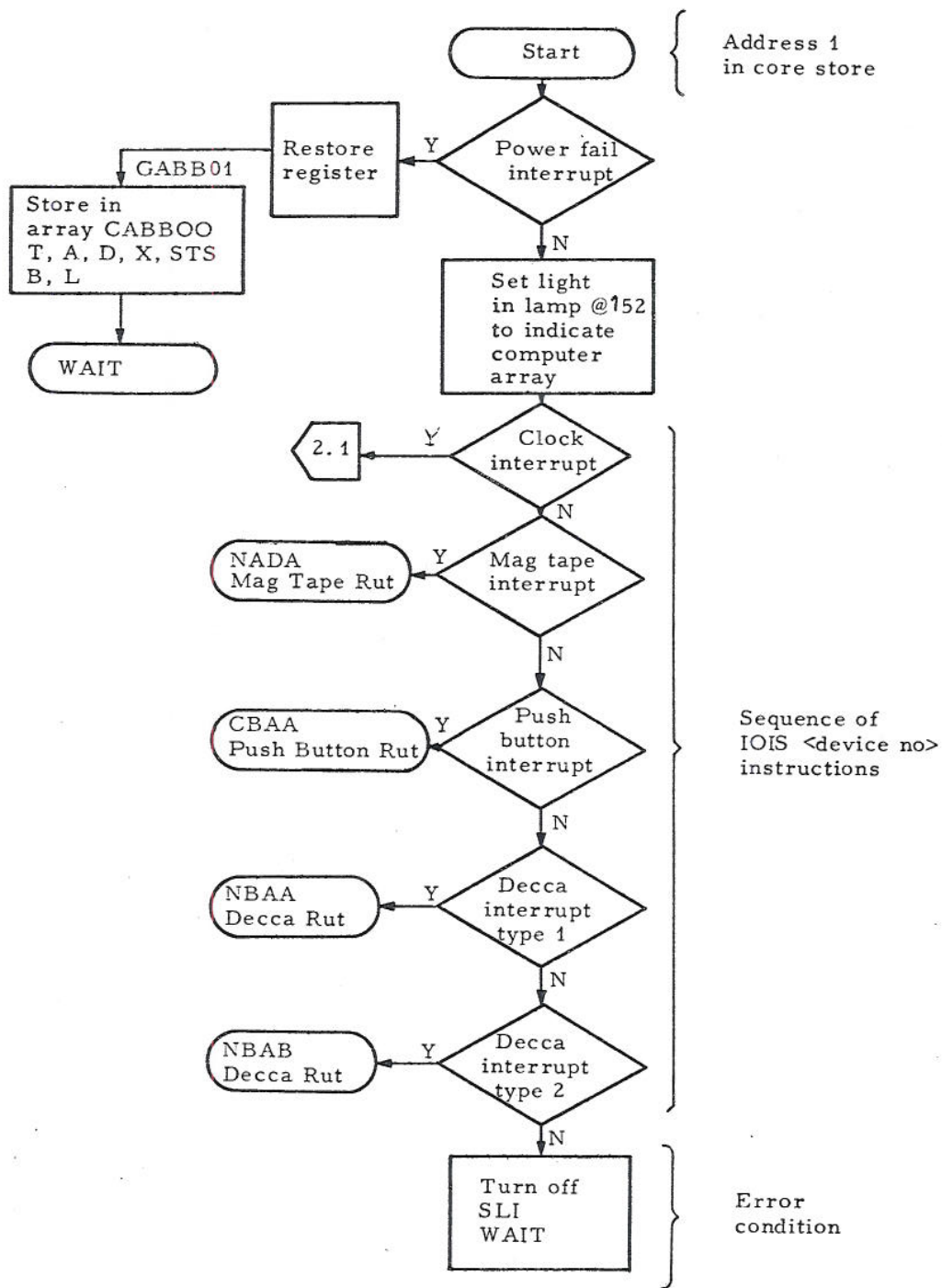
6.3.2.3 *Klokke interrupt*

Dersom interrupt skyldes klokken, entres tidsmonitoren i CAAA02 (figur 6.7, s 2) og tidsmonitoren vil kalle opp de prosedyrer som skal eksekveres. Når prosedyrene er utført, vil tidsmonitoren gå i venteloop. Tidsmonitoren vil bli nærmere beskrevet i avsnitt 6.3.3.

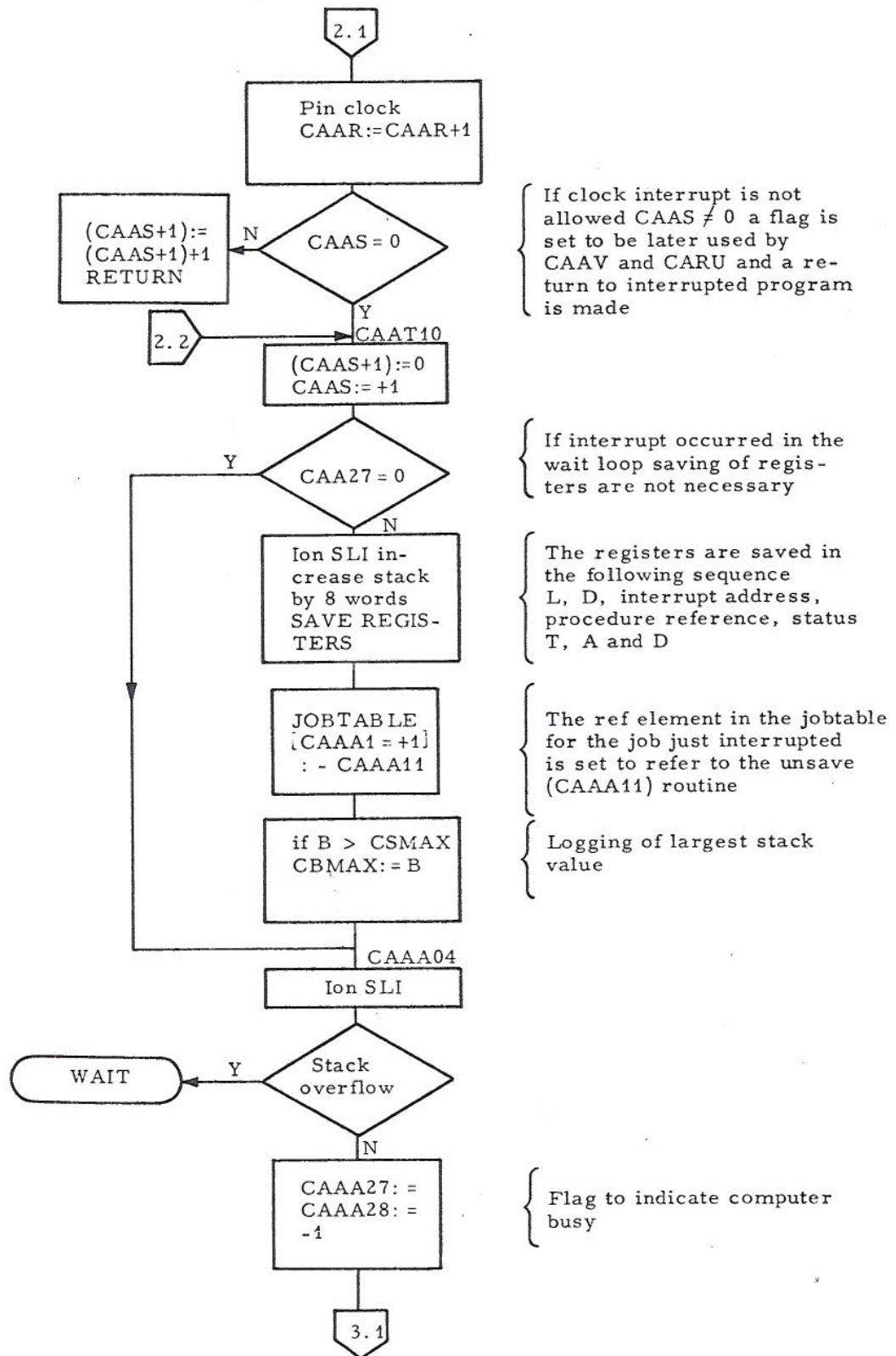
Dersom det ikke er klokke interrupt, vil programmet gå videre og undersøke om det er magnetbånd stasjon interrupt.

6.3.2.4 *Magnetbånd stasjon interrupt*

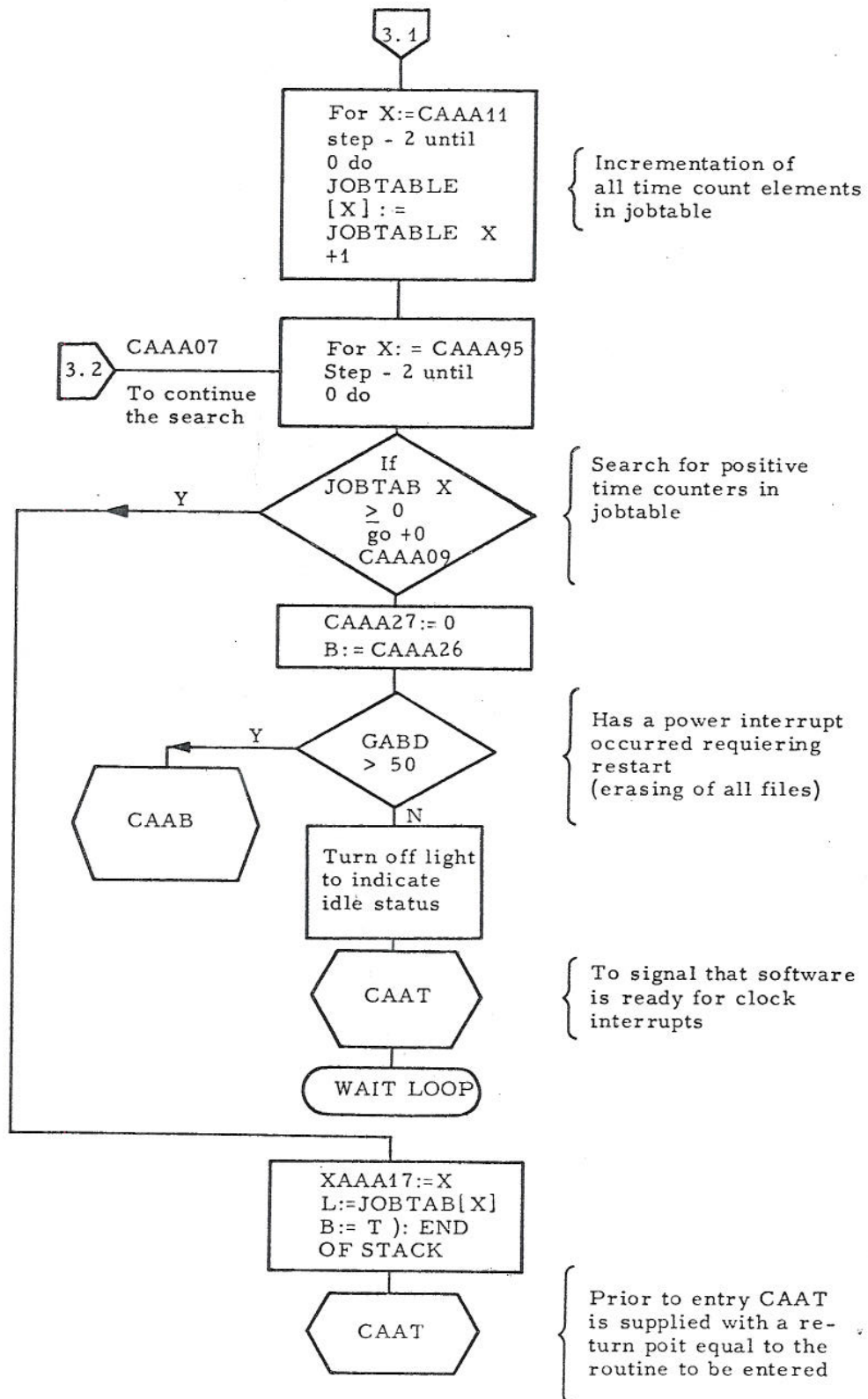
Dersom interrupt skyldes magnetbånd stasjonen, vil rutinen NADA bli initiert. Når prosedyren er utført, vil kontrollen returneres til tidsmonitoren via rutinen CAAU (figur 6.7, s 5).



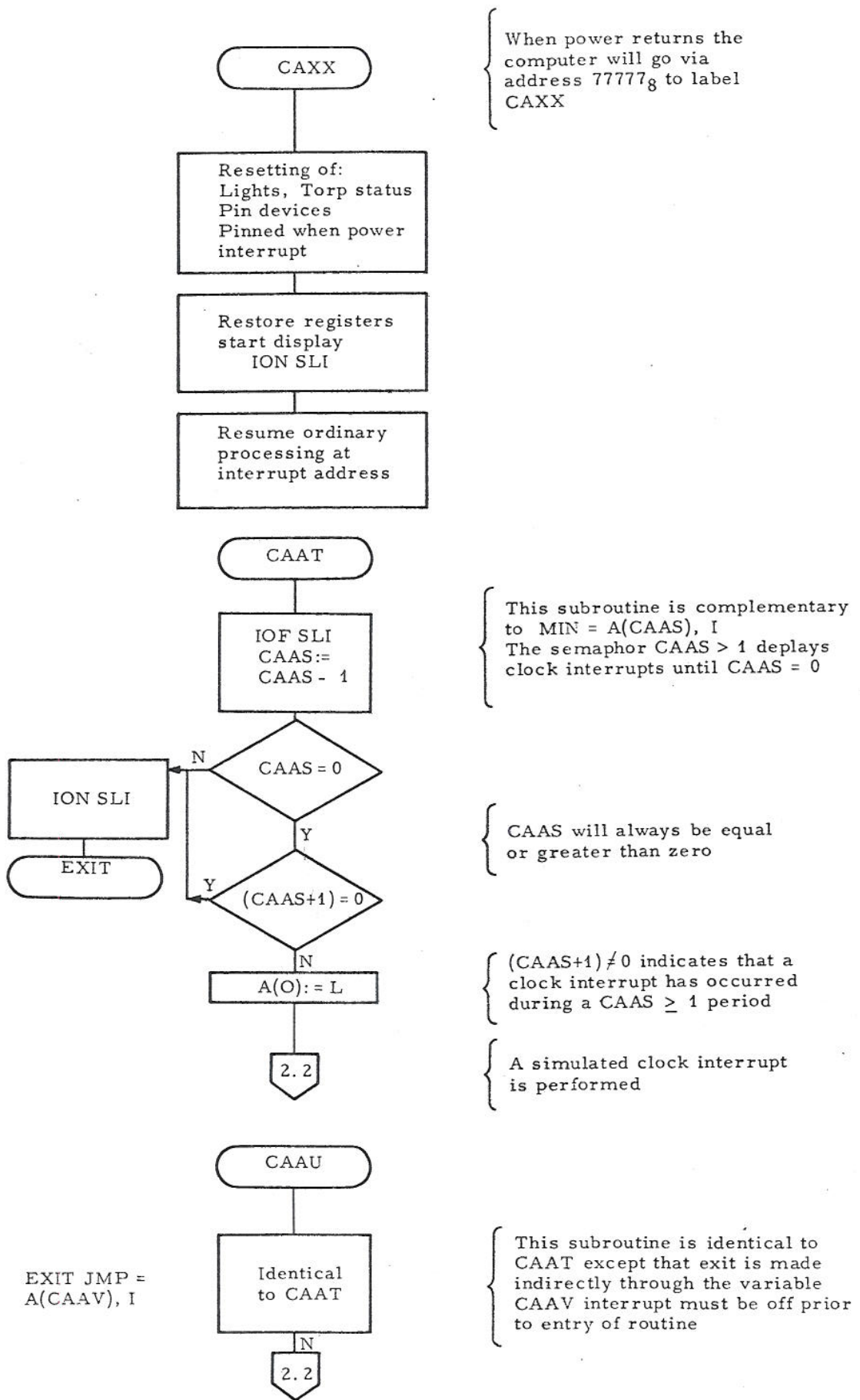
Figur 6.7 Flytediagram, Tidsmonitor program – CAA17



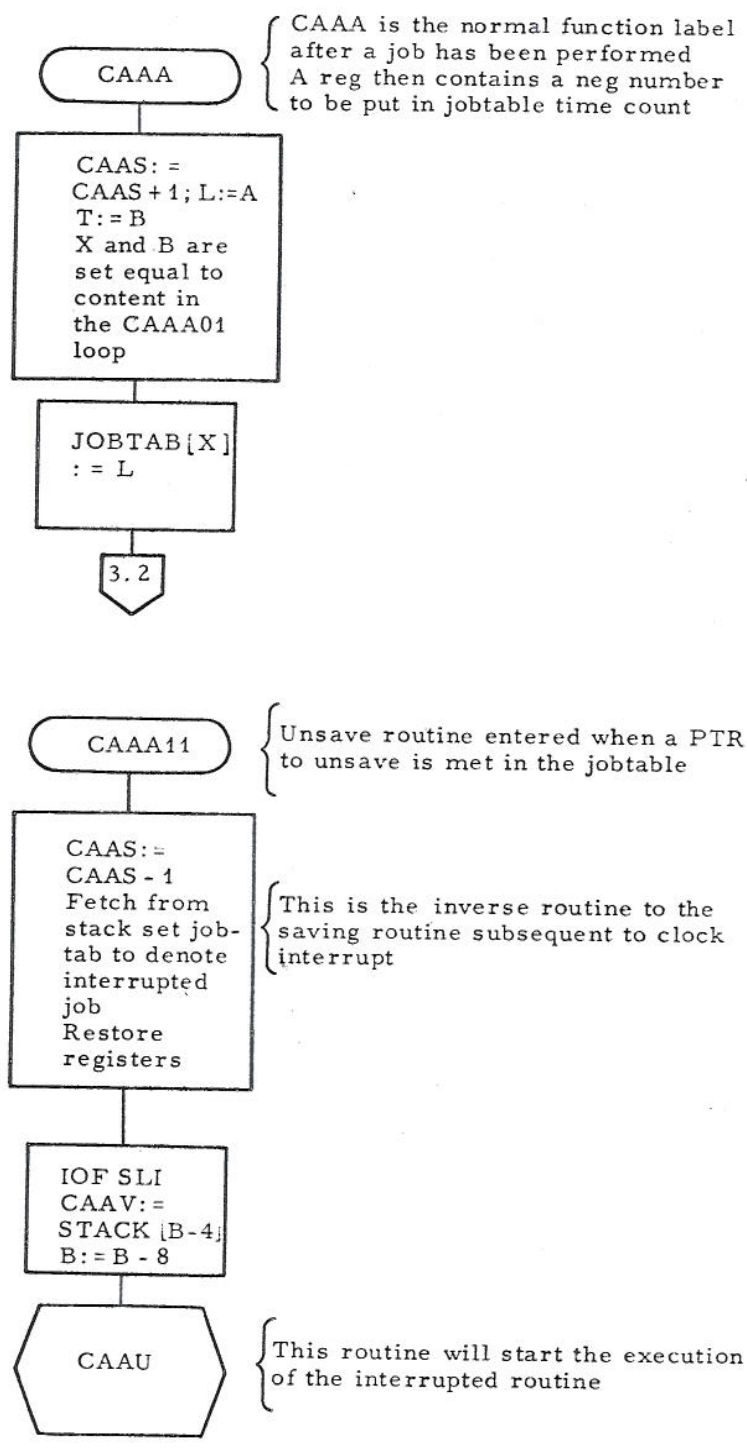
Figur 6.7 (Forts)



Figur 6.7 (Forts)



Figur 6.7 (Forts)



Figur 6.7 (Forts)

Dersom det ikke er magnetbånd stasjon interrupt vil programmet gå videre og undersøke om det er knappe monitor interrupt.

6.3.2.5 *Knappe monitor interrupt*

Dersom interrupt skyldes knappe monitoren, vil rutinen CBAA (Figur 6.7, s 1) bli initiert. Når prosedyren er utført vil kontrollen returneres til tidsmonitoren CAAA (figur 6.7, s 5).

Dersom det ikke er knappe monitor interrupt, vil programmet gå videre og undersøke om det er Decca Seafix I interrupt.

6.3.2.6 *Decca Seafix I interrupt*

Dersom interrupt skyldes Decca Seafix I, vil rutinen NBAA bli initiert. Når prosedyren er utført, vil programmet returnere kontrollen til tidsmonitoren CAAA (figur 6.7, s 5).

Dersom det ikke er Decca Seafix I interrupt, vil programmet gå videre og undersøke om det er Decca Seafix II interrupt.

6.3.2.7 *Decca Seafix II interrupt*

Dersom interrupt skyldes Decca Seafix II, vil rutinen NBAB bli initiert. Når prosedyren er utført, vil programmet returnere kontrollen til tidsmonitoren CAAA (figur 6.7, s 5).

Dersom det ikke er Decca Seafix II interrupt, vil rutinen CBAA bli initiert, feil indikeres og maskinen vil gå i ventestilling.

Når ny interrupt inntreffer, vil samme prosedyre gjennomløpes.

6.3.3 Tidsmonitor program – CAAA

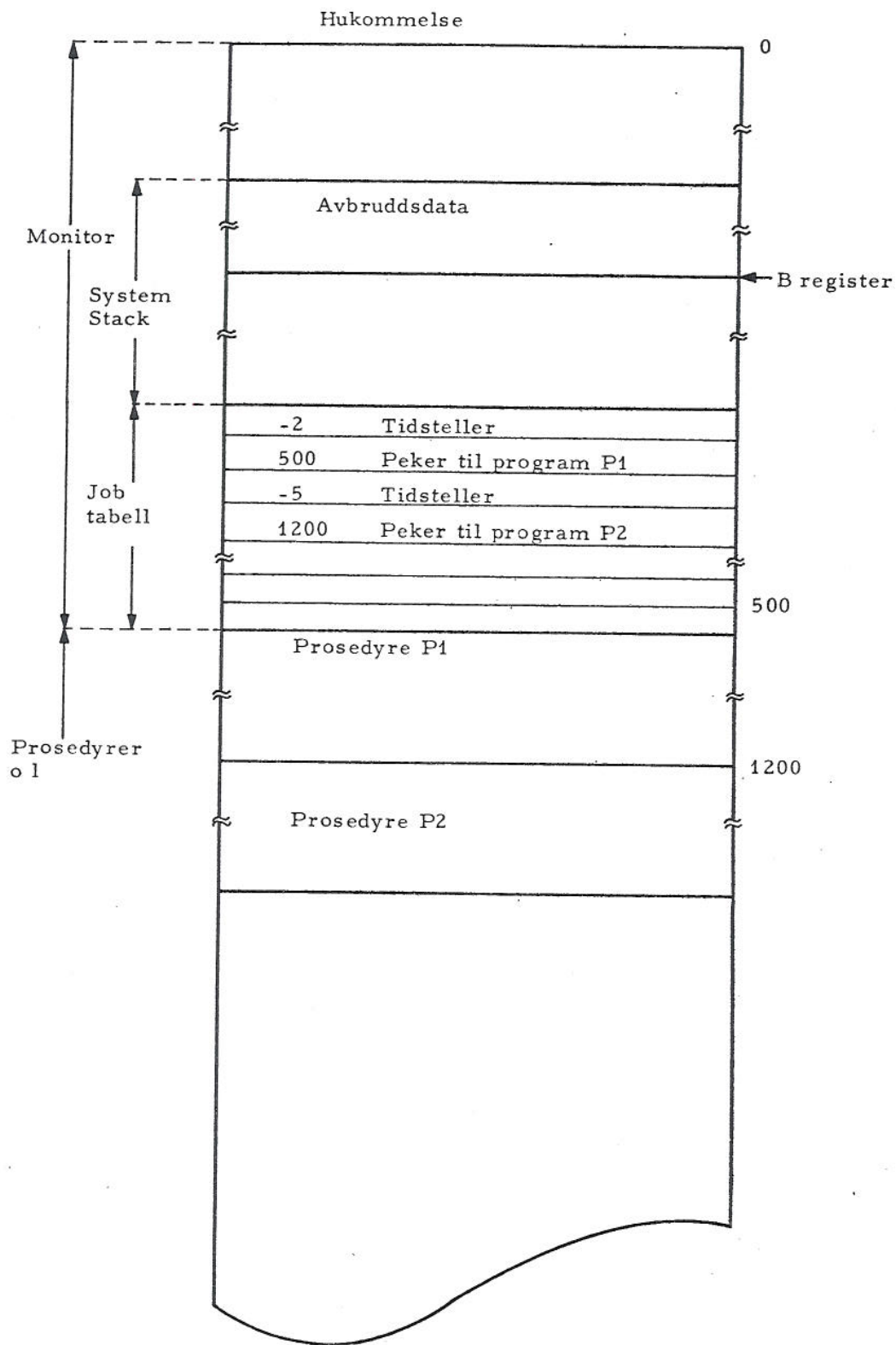
6.3.3.1 *Hovedprogram*

Tidsmonitoren arbeider med en jobbtabell og et data allokeringsystem (System Stack). Som det fremgår av figur 6.8 består jobbtabellen av to regnemaskinord, det første er en tidsteller og det andre en peker til det aktuelle program. Jobbtabellen inneholder en liste i prioritetsrekkefølge, over alle programmer som initieres av tidsmonitoren. Jobbtabellens (CAAP) liste over programmer er gitt i tabell 6.1. Bruken av jobbtabellen er nærmere beskrevet i avsnitt 6.2.3.2.

Plasseringen av system stack er vist i figur 6.8. Stacken benyttes for lagring av data når interrupt gir avbrudd i et program og er ordnet etter prinsippet først inn–sist ut. Som peker til stackens frie ende nyttes B-registeret. B-registeret benyttes kun for denne funksjon. Bruken av stacken er nærmere beskrevet i avsnitt 6.2.3.3.

Når klokke interrupt inntreffer, vil tidsmonitoren gjennomløpe jobbtabellen fra toppen (laveste adresse) mot bunnen og lete etter tidstellers som er lik eller større enn null. Når et slikt element er funnet, bevares adressen og det korresponderende program entres. Et program som settes i gang på denne måte vil normalt returnere til rutine CAAA med ny (initial) tidsteller i A-registeret. CAAA vil sette inn ny tidsteller i jobbtabell og fortsette den leting som er nevnt ovenfor.

Dersom klokke interrupt inntreffer når regnemaskinen ikke er i venteloop, lagres først alle registre i stacken og peker til aktuelt program i jobbtabellen byttes ut med peker til en *Unsave*-rutine CAAA11 (Figur 6.7, s 5). Den gamle peker lagres i Stacken. Etter



Figur 6.8 Jobtabell og System stack's plassering i regnemaskinens hukommelse

Tids- teller	Peker til program	Navn	Merknader
0	C B B R	Rot Switches	
0	C B A P	Data category	
- 5	C B B T	Flashing lights	
- 2	H A A A	Read Passive Sonar	
- 2	H A A B	Read Periscope	
- 2	H A A C	Read Radar	
- 2	H A A D	Read Active Sonar	
- 2	H A A G	Read Bow	
- 30	M A A A	Simul	
0	G A P G	Pulse Program	
0	G A A A	Torpedo Bestikk	
- 10	G C A A	Torpedo Salve 1	
- 10	G C B A	Torpedo Salve 2	
0	E A B A	Own Ship Dead Reckoning	E A B A J T
- 10	H N A C	3 Last Pling	
- 10	H P A C	Pick Up 4 Siste Obs	
- 10	H M A M	Pass Bearing Input	H M A K J T
- 2	F K K A	Peileavvik	
- 10	F N A D	Display Passive Bearing Input	F N A B J T
- 10	E B A E	Display Own Ship Course History	E B A E J T
- 10	G C G T	Oppdater Ubrukt Traadlengde	
©100000	C A A H	Dummy Routine (In Monitor)	G T A A J T
- 2	F F K D	Marker BDP	
- 10	F N X Y	Monitor A130	
- 2	F E B A	Read Buttons and Set Status	
0	N A B A	Record	N A B A J T
- 10	F G C C	Real Time Clock	
- 10	F G X C	HP Display 200-210	
- 2	C B C G	Nav Points	
- 5	K B A A	Display Rolling Ball	
- 10	E B B B	Own Ship Velocity	
- 5	F M A A	Display Target	
- 5	H H A A	Display Bearing, Acc to Rotary Switch	
0	G V A A	Torpedo Display	
0	C B B A	Blinkende Lys	
- 3	C B B D	Display 610-613	
- 5	C B A Y	Turn off lights, Mom Action	

Tabell 6.1 Jobbtabel - CAAP

en eventuell lagring telles alle tellerne i jobbtabelen opp med 1. Tidsmonitoren vil så gjennomløpe jobbtabelen som beskrevet ovenfor.

Tidsmonitoren inneholder sperremuligheter slik at når en kritisk sekvens entres vil det kunne sperres for klokke interrupt. Det sperres mot klokke interrupt med instruksjonen $MIN = A(CAAS), I$ og sperringen låses opp med instruksjonen $CALL CAAT$ (figur 6.7, s 4) eller $JMP = A(CAAU), I$. I det siste tilfelle må adressen hvor $CAAU$ (figur 6.7, s 4) returnere lagres i den variable $CAAV$.

Disse rutineene arbeider på en variabel $CAAS$ og dersom det initieres en klokke interrupt inne i en sperret sekvens, vil eksekveringen av interrupten bli utsatt til sperringen blir opphevet.

6.3.3.2 "Kald start" rutine – CAAB

Tidsmonitoren entres initielt i rutinen $CAAB$ (figur 6.7, s 4). Denne rutine setter opp alle initialdata for systemet, setter alle enheter som kan gi interrupt i "pinnet" tilstand, setter alle lys i initial tilstand, skrur på interrupt systemet og går så i en vente-loop.

6.3.3.3 Kraftforsyningsfeil start rutine – CAXX

Dersom det har forekommet kraftforsyning interrupt, vil regnemaskinen gå via adresse oktalt 77777 til rutine $CAXX$ (figur 6.7, s 4). Programmet vil resette alle lys, torpedo status, pin devices, registre, start opp billedskjermene og overføre kontrollen til den adresse som var i bruk ved interrupt. Dersom kraftforsyningsfeilen har vært lenger enn 5 s, vil kald start rutinen $CAAB$ (se 6.3.3.2) bli initiert.

6.3.3.4 Subrutiner for løsning av interrupt sperre – CAAT, CAAU

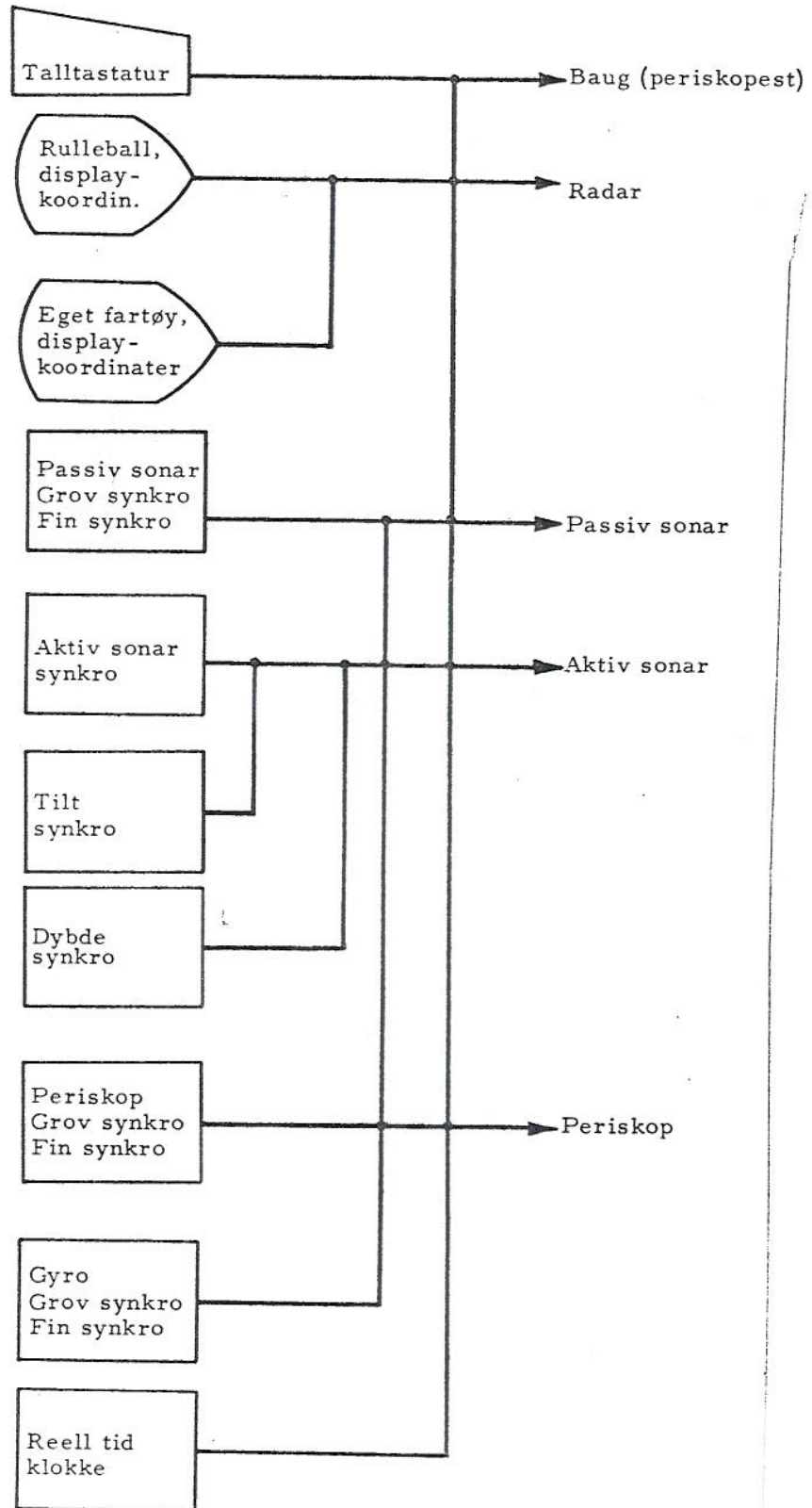
Dersom man har sperret regnemaskinen mot klokke interrupt, vil sperringen kunne løses opp ved hjelp av subrutinene $CAAT$ eller $CAAU$ (figur 6.7, s 4). Når $CAAT$ rutinen blir initiert, vil denne sørge for at tidsmonitoren går videre i sin prosessering dersom det ikke har vært klokke interrupt siden instruksjonen $MIN = A(CAAS)$ ble utført. Dersom det har vært klokke interrupt, vil subrutinen simulere en klokke interrupt og overføre kontrollen til $CAAT10$ (figur 6.7, s 2).

Subrutinen $CAAU$ er identisk med $CAAT$ med det unntak at adressen som $CAAU$ skal returnere til må lagres i $CAAV$. $CAAU$ må alltid benyttes for oppheving av interrupt sperring i programmer utenfor tidsmonitoren.

6.3.3.5 Unsave-rutine for retur til monitor – CAAA11

Når et program er utført, vil dette normalt returnere til tidsmonitoren via adresse $CAAA$ (figur 6.7, s 5) med en ny tidsteller i A-registeret. $CAAA$ vil sette den nye tidsteller inn i jobbtabelen og fortsette letingen etter positive tidstellere.

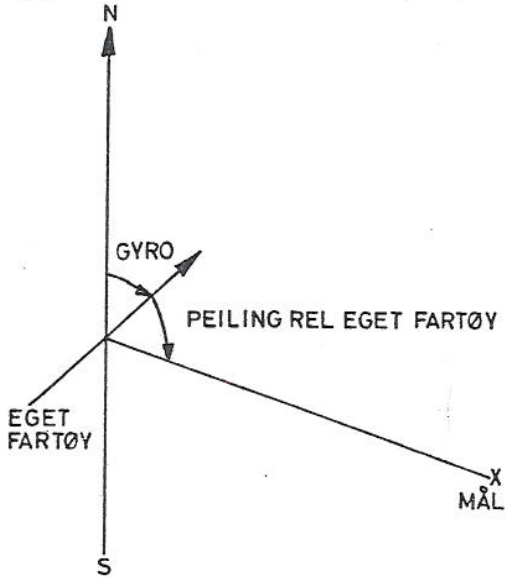
Dersom et program ble avbrutt av klokke interrupt, vil *Unsave*-rutinen $CAAA11$ (figur 6.7, s 5) bli benyttet som ny adresse i jobbtabelen. $CAAA11$ vil når denne blir initiert sørge for at avbruddsresultatene blir hentet fra Stacken og satt opp i registrene og videre ved hjelp av subrutine $CAAU$ sørge for at programmet fortsetter der det ble avbrutt.



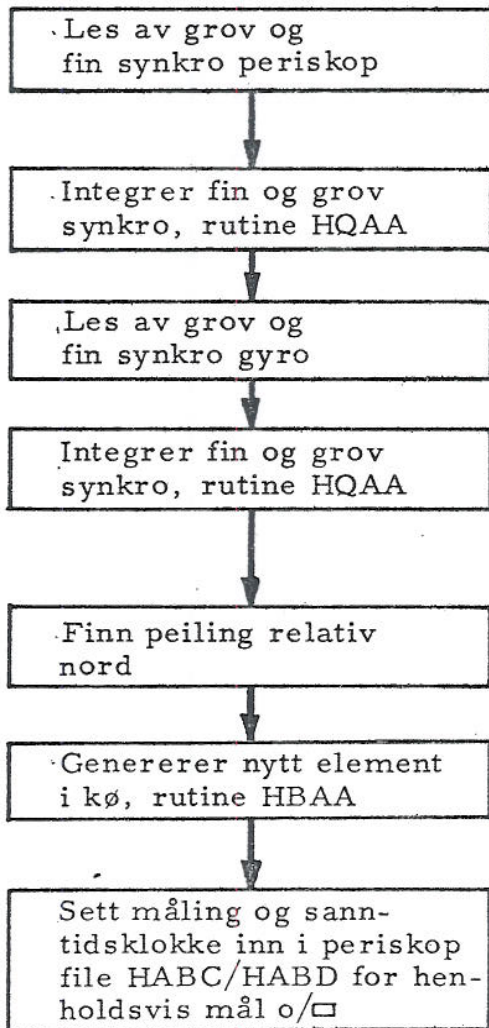
Figur 6.9 Sensor avlesning

6.4 Sensor input programmer

I det nåværende system finnes det en hovedrutine for hver sensor. Hver rutine blir kalt opp med en fast frekvens fra jobbtabelen. For passiv sonar i automatisk innlesningsmodus, blir sensor uten videre avlest hver gang rutinen blir innkalt. For de andre sensorene gjelder det at hver sensor rutine tester på om knapp for innlesning av vedkommende sensor er aktivert før innlesning skjer. Målingen blir så overført til en sensor input file. Det finnes en file for hver sensor og hvert mål. Filestrukturen er identisk for alle sensorer.



Figur 6.10 Taktisk situasjon



Figur 6.11 Innlesning periskop

Figur 6.9 gir en oversikt over hvor de forskjellige programmer for innlesning henter sine data. Av denne figuren går det f eks frem at innlesningsprogrammet for passiv sonar henter sine data fra grov og fin synkro passiv sonar, grov og fin synkro gyro og reell tid klokke.

For hver innkommende måling setter den aktuelle sensorrutine opp et kall for en rutine HBAA, som genererer en kø av de innkommende målinger for senere benyttelse av forskjellige funksjonsprogrammer, f eks Kalman-filter og TP-plot.

Dette er forsøkt illustrert med et eksempel der den taktiske situasjon er vist i figur 6.10, mens gangen i programmet er vist i figur 6.11. Som sensor er valgt periskop, men eksemplet er typisk. En ser av figur 6.11 at det er nødvendig å lese av grov og fin synkro periskop, som gir peiling relativt eget fartøy, og grov og fin synkro gyro. Peilingen er da i henhold til figur 6.10 summen av gyrovinkelen og den avleste peiling til målet. Deretter går resultatet, sammen med tiden for innlesning til sensor file. Det settes dessuten opp et kall til rutinen HBAA som setter opp målingen som et element i sine køer.

Ved alle avlesninger av synkrosettinger gjelder det at en korreksjonsfaktor blir lagt til på grunn av mulig feil i nulljustering av vedkommende synkro.

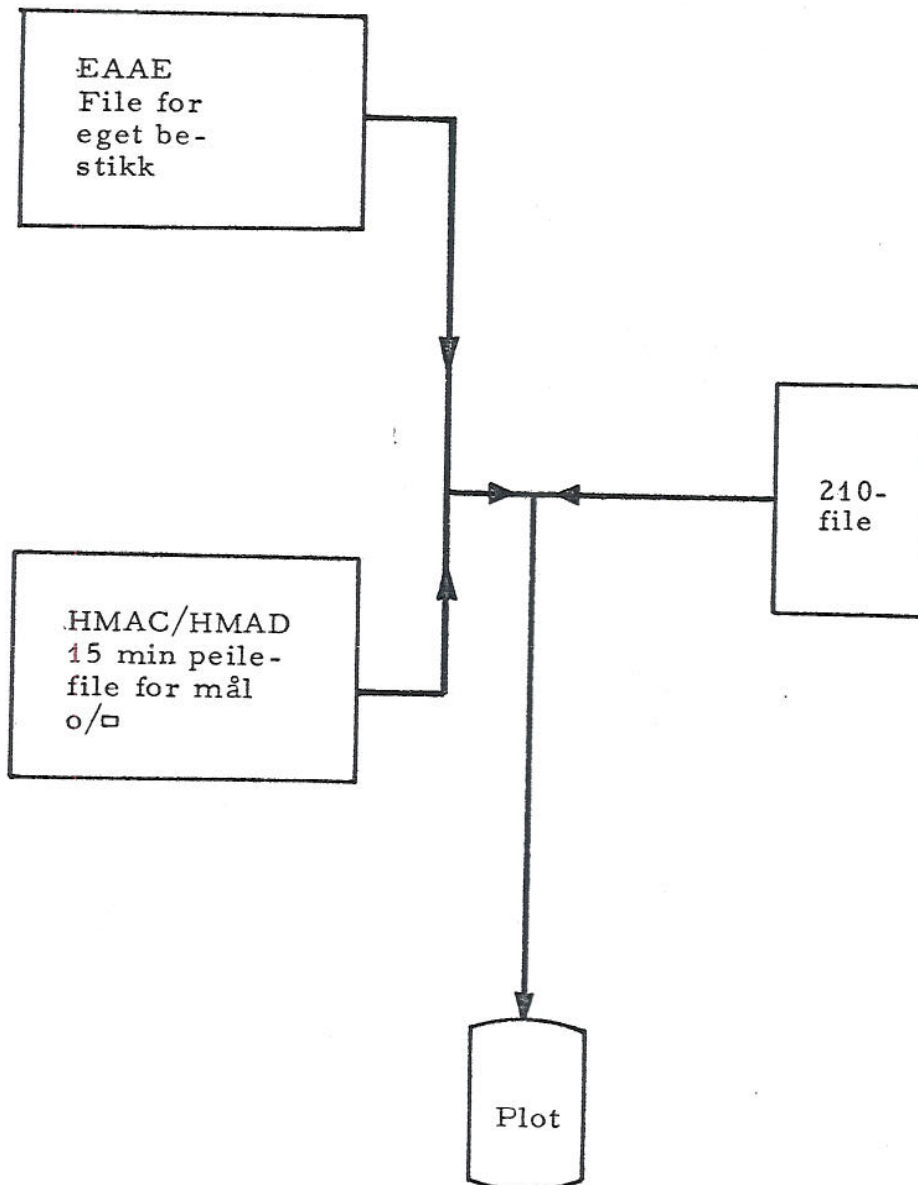
Sensor input programmene:

- HAAA – Passiv sonar
- HAAB – Periskop
- HAAC – Radar
- HAAD – Aktiv sonar
- HAAG – Periskopestimer
- HHAA – Behandling av "vis peiling"

er dokumentert i Teknisk notat E-367 (10). Programsystemet er bygget opp for å kunne inkludere sensorene laser (HAAE) og Passiv akustisk lokalisator (HAAF) på et senere tidspunkt.

6.5 Peileavviksmetode programmer

Utgangspunktet for peileavviksberegningen er beskrevet i det matematiske grunnlaget for peileavviksmetoden (3). Metoden er skissert opp på figur 6.12. En har for det første en 15 min peilefile og en 15 min file for eget bestikk. Dette er filer som er



Figur 6.12 Peileavviksberegning – filer

FORTROLIG

generert av innkomne målinger og avlesning av gyro og log. Disse filene er til enhver tid *synkrone*. For det andre har man en 210-file som bl a inneholder de parametrene R, Ø, C og V som vises på tallindikator 210.

Disse filene er utgangspunktet for peileavviksberegningen. Resultatet av denne er det som kommer opp på målfølgedataskjerm.

Programmene som inngår i systemet kan grovt sett inndeles i tre:

- i) Programmer som genererer 15 min peilefile og file for eget bestikk. Dette er deler av programmer for generering av bestikk (EABA) og 15, 30 og 60 min peilefiler (HMAK) og skal ikke beskrives her.
- ii) Programmer som på basis av knappstatus (de knappene som inngår i peileavvikssystemet) og tid sørger for at 210-filen er korrekt.
- iii) Programmet som tar seg av selve peileavviksberegningen.

Oppdelingen i ii) og iii) er gjort for å lette oversikten fra et systemsynspunkt, men ii) og iii) er fra et programmeringssynspunkt en pakke.

Programstrukturen for det som innbefatter ii) og iii) er meget enkel med en sentral styre-rutine FKKA som på basis av tid og/eller knappstatus setter opp argumenter for og kaller på forskjellige hovedrutiner. Grovt sett har man en hovedrutine for hver knapp som tilhører systemet. Rutinen FKKA er representert som et element i tidsmonitoren's jobbtabell og blir kalt opp 5 ganger pr sekund (hvert annet klokkeinterrupt). Fordelene ved å bygge opp systemet på denne måten er at flest mulig logiske beslutninger kan legges til styre-rutinen, mens hovedrutinene for hver knapp kan gjøres tilsvarende enkle. Ved at hoved-rutinene kalles opp sekvensielt unngås dessuten å måtte forebygge muligheten for å bli avbrutt i en hovedrutine og få ødelagt pekere eller filer av en hovedrutine som har en høyere prioritet i jobbtabellen. Selv om vender 130 står på MÅLOBS eller TIDSPEILE/LYDBANE vil FKKA kalles opp som normalt. (Peileavviksplottet vil da naturligvis ikke vises på dataskjerm.)

Både det automatiske målfølgingsystemet og peileavvikssystemet opererer på en felles file struktur.

Peileavviksmetode programmene:

FKKA — Styrerutine for peileavvikssystemet
FLHA — Vis måldata (222)
FLCA — Bytt (221)
FLDA — Hold (220)
FLGA — Kippbryter register (211–214)
FKAB — Les inn (205)
FPAA — Peileavviksberegning
FAUR — Automatisk avstandsberegning (227)
FFKC — Tidsmerke (230)
FFKD — Tidsmerke (230)
FPAR — Usikkerheter
FPAB — Konverteringsrutine
FFMB — Målmanøver (232)
FFNA — Dårlig peiling ut (231)
FFKT — Auto avstand av
FKKF — Avlesning av kippbrytere (211–214)
FQAN — Fileoverføring
FKTA — Fileoppdatering
FKTB — Konverteringsrutine

FORTROLIG

FKTU — Oppdatering
 FKTC — Kompensering for lyd hastighet i vann
 FKTD — Kon.pensering for lyd hastighet i vann

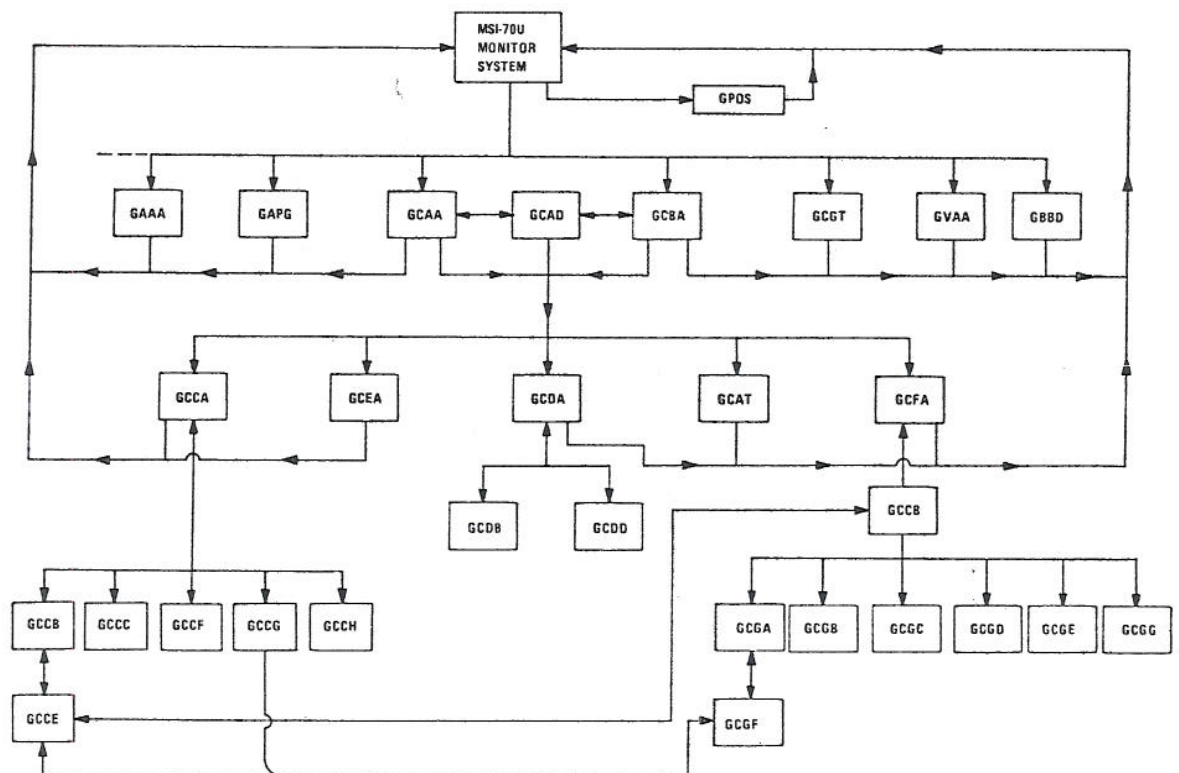
er dokumentert i Teknisk notat E-365 (11).

6.6 Torpedo programsystem

6.6.1 Generelt

Torpedo programsystemet som er vist i figur 6.13 med de enkelte programmer listet i tabell 6.2, består av følgende programenheter som alle syklisk aktiveres av monitor-systemet:

- i) En hovedrutine for hver av salvene, salve 1 (GCAA) og salve 2 (GCBA). Disse rutiner holder til enhver tid rede på hva som skjer fra operatørens og torpedoenes side og sørger for at de nødvendige program og rutiner blir eksekvert til rett tid og i riktig sekvens.
- ii) Torpedo bestikkprogrammet (GAAA) holder rede på hvor de forskjellige torpedoer befinner seg til enhver tid.
- iii) Torpedo pulsgenereringsprogrammet (GAPG) sørger for at de beordrede styrepulser sendes til torpedoene til rett tid og med korrekt frekvens.
- iv) Programmet (GCGT) som oppdaterer gjenværende trådlengde for torpedoene.
- v) Billedskjerm funksjonsprogrammet (GVAA) kontrollerer og oppdaterer den taktiske billedskjerm (300) etter ordre fra torpedo systemprogrammene.



Figur 6.13 Blokkdiagram av torpedo programsystemet

Programnavn	Beskrivelse
GAAA	Torpedo bestikk program
GAPG	Torpedo pulsgenereringsprogram
GCAA	Administrasjonsprogram for SALVE1
GCBA	Administrasjonsprogram for SALVE2
GCAD	Kontroll av preseleksjon av torpedoer
GCAT	Termineringsprogram
GCCA	Kontrollsekvens som behandler fasen før FYR
GCCB	Kontrollsekvens for generering av display-bilde
GCCC	Kontroll av torpedo-allokeringen
GCCE	Program for generering av source-data til displayet
GCCF	Kontroll og setting av dybde og enabl dist for MK-37
GCCG	Beregning og setting av gyro i MK-37 før FYR
GCCH	Kontroll av hvorvidt MK-37 er klar for FYRING
GCDA	Torpedosystemets fyringsprogram
GCDB	Oppdatering av initialløp for MK-37
GCDD	Oppdatering av initialløp for TP-61
GCEA	Test for initiering av løpsfasen etter initialløpet
GCFA	Administrasjonsprogram for løpsfasen
GCGA	Styringsalgoritme ved kollisjonspunkt modus
GCOB	Prediksjon av løp ved bedring av anfallsvinkel
GCGC	Prediksjon av løp ved tråkning
GCGD	Styringsalgoritme ved siktelinjemodus
GCGF	Beregning av kollisjonspunktdata
GCGG	Styringsrutine ved manuell modus
GCGT	Kontroll og oppdatering av resterende trådlengde
GPOS	Rutine for resetting av status etter power interrupt
GVAA	Program for generering av display-formatet og kontrollering av display-knappene
CBBD	Program som oppdaterer og presenterer salvedata på det numeriske display (500)

Tabell 6.2 Liste over torpedo styre systemprogrammer

vi) Programmet (CBBD) som presenterer de aktuelle salvedata på tallindikatorene (500).

De ovennevnte funksjoner arbeider parallelt og kommuniserer med hverandre via salvefilene og rørfilene. Salveproblemet er løst ved at de inngående torpedoer i salven behandles konsekutivt på grunnlag av allokeringsssekvensen.

Programsystemet er konstruert reentrant på grunn av interruptsystemet og dessuten fordi programmene som behandler de forskjellige fasene i et torpedo problem kan aksesseres såvel av SALVE1 som av SALVE2.

6.6.2 Torpedo styreprogrammer

Kommunikasjonen mellom torpedo styringsprogrammene og det øvrige system foregår via salve- og rørfiler. Videre er måldataene samlet i måldatafiler, og hvert enkelt av eget far-tøys data ligger som globale variable i systemet.

Torpedorørene er nummerert fra 0 til 7. Nummeret til den aktuelle torpedo som styringskommando skal beregnes for, gis via et regnemaskinregister (x-reg). Til rutinen som pre-setter gyro i MK-37 gis rørfil-adressen i dette register.

I maskinhukommelsen er avsatt stack for lokale variable for å spare plass i hukommelsen. Ved begynnelsen av en rutine utvides denne med så mange plasser som kreves for de variable under beregningene. Før uthopp fra rutinen minskes stacken med det samme antall plasser. Adressen til den aktuelle salvefile gis i siste ord i stacken før kall av styringsrutinen.

Systemet er konstruert for å kunne behandle opptil to salver og to mål. Høyeste antall torpedoer som kan styres på en gang er 4. Det er følgende restriksjoner angående kombinasjoner:

- i) Høyst 1 stk MK-37 torpedo i en salve
- ii) Høyst 1 stk MK-37 torpedo i vannet til enhver tid
- iii) Høyst 3 stk TP-61 torpedoer i en salve
- iv) Høyst 4 stk TP-61 torpedoer i vannet samtidig

Det er dessuten følgende restriksjoner i systemet:

- i) I fasen fra "salvestart" til styringsfasen (aktivfasen) kan kun en salve opereres av gangen.
- ii) Det er ikke tillatt å assosiere eller allokere noen torpedo til et salveproblem før vedkommende salve er initiert v h a det tilhørende salvepanel.

Torpedo styreprogrammene:

- GCCG – Prediktering av initialløp for MK-37 torpedo og setting av angrep
- GCDB – Oppdatering av MK-37 torpedo til initialløpets endepunkt
- GCDD – Oppdatering av TP-61 torpedo til initialløpets endepunkt
- GCGA – Kollisjonspunktstyring
- GCCB – Forbedring av angrepvinkel
- GCCG – Tråkning
- GCGD – Siktelinjestyring
- GCGF – Beregning av kollisjonspunkt

er dokumentert i Intern rapport E-188 (6).

6.7 Rutiner for sifferindikatorer og hjelperutiner

En del rutiner og hjelperutiner som:

- FGXC – Sifferindikatorer (200, 210 + eksterne)
- FGCC – Klokkeindikator
- FGCB – Klokkeindikator
- HKAA – Konvertering fra kartesiske til polarkoordinater
- FHBA – Parameteroppsetting, K-filter

som ikke faller inn under de tidligere beskrevne programmer, er dokumentert i Teknisk notat E-366 (12).

7 UTSTYRSBESKRIVELSE

7.1 Generelt

Ildledningsanlegget MSI-70U har samme typiske plassering og samme effektbehov som det tidligere anlegg HSA M8 (13). Utstyret er bygget opp av moduler, de største er gitt av skipslukens størrelse og de minste av eksisterende standarder på utstyr f eks 19" "Båstad Finmek" hyller for trykte kort. Innkjøpte enheter som SM-303M regnemaskin, dataskjermenheter o l er satt inn som egne moduler. De moduler som funksjonsmessig tilhører sammen er forsøkt plassert nær hverandre.

Utstyret er dokumentert i en rekke interne rapporter og tekniske notater og en skal i dette kapittel kun gi en kort introduksjon til de enkelte hoveddeler samt vise til den detaljerte dokumentasjon.

7.2 Operatørkonsollet

7.2.1 Generelt

Sentralenheten i systemet operatørkonsollet (01) er nytt, men er mekanisk tilpasset de samme festeanordninger som HSAs konsoll (13). Konsollet er av hensyn til skipslukens størrelse delt opp i 5 hoveddeler. Konsollets nedre del inneholder sentralregneenhet, tilkoplingselektronikk samt kraftforsyningsenheter for regulerte likespenninger. De øvre deler inneholder dataskjermer samt betjenings- og kontrollpaneler. En skisse av konsollet er vist i figur 1.1 (side 10) og kontrollpanelene er vist i figur 3.1 (side 15).

For beskrivelse av utstyret er det hensiktsmessig å inndele konsollets utstyr i følgende hoveddeler:

- Regnemaskin (som ikke beskrives i denne rapport)
- Dataskjerm enheter
- Sensor tilkopling
- Torpedo tilkopling
- Kraftforsyning
- Panel tilkopling
- Intern kabling

7.2.2 Dataskjerm enheter

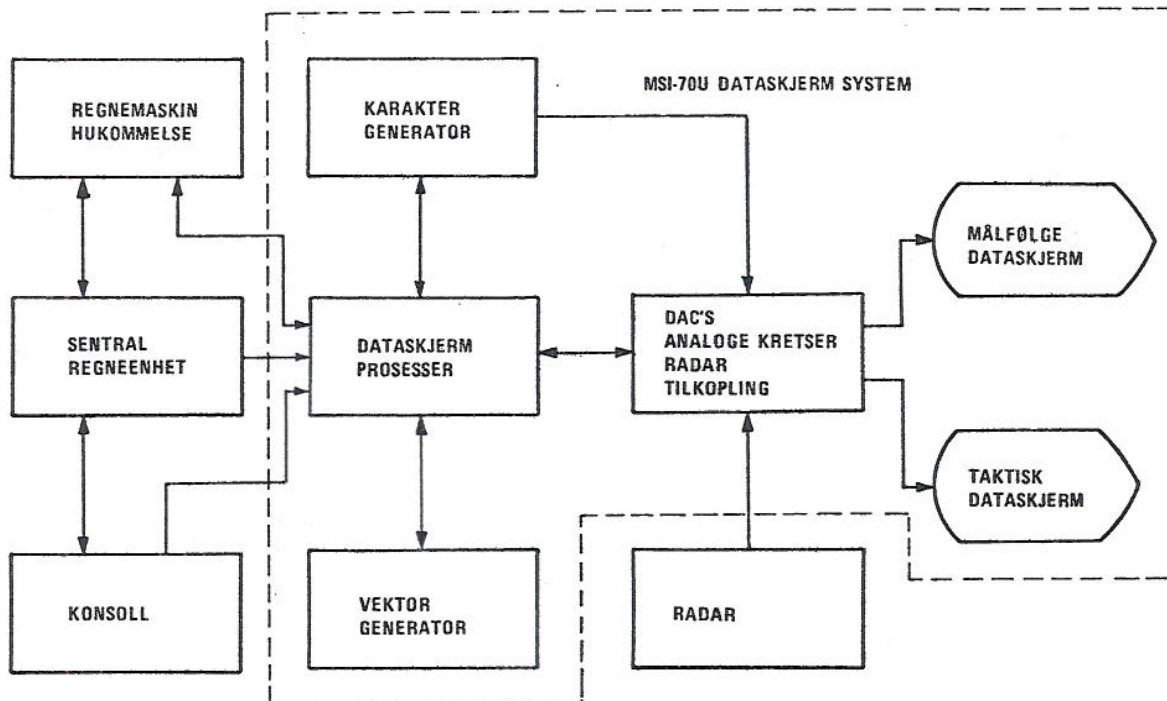
7.2.2.1 Generelt

Dataskjerm systemets hovedoppgave er å konvertere digitale data til grafiske bilder for presentasjon på de to dataskjermer samt å presentere radar informasjon. Data hentes fra regnemaskinens "display files" og prosesseres i dataskjermssystemet for å gi analoge sweep og intensitetssignaler til dataskjermenes X, Y og Z-akser. Syntetisk informasjon presenteres som bokstaver, tall, punkter og vektorer.

Systemet bygger på en 1024 x 1024 posisjonsmatrise og tiden for plotting av et punkt er maksimalt 25 μ s. For å unngå flimring blir dataene regenerert 40 ganger i sekundet.

Dataskjerm systemet som er vist i figur 7.1, kan deles inn i følgende enheter:

- Dataskjerm prosessor (DP)
- Vektor generator (VG)
- Karakter generator (CG)



Figur 7.1 Dataskjerm system organisasjon

- Radar tilkopling m/digital til analog omformer (DAC) samt analoge kretser
- Dataskjermer (CRT)

7.2.2.2 Dataskjerm prosessor (DP)

DP er en selvstendig regnemaskin som er bygget spesielt for kopling mellom kjerne-hukommelsen og dataskjermene. DP kommuniserer direkte med kjerne-hukommelsen og kan kommunisere med sentral regnemaskinen (CPU) via en inn/ut kanal. Dataskjerm pro-ssoren kontrollerer vektor- og karakter-generatorene samt radar tilkoplingen.

En detaljert beskrivelse av dataskjerm pro-ssoren er gitt i Teknisk notat E-342 (14) og de tilhørende kretskort:

879	Display Processor	Z-axis and Auxiliary Control
880	"	" Adress Register and Adder, 8 bits
881	"	" Temporary and Auxiliary Register
882	"	" X ₀ /Y ₀ and X/Y Register
883	"	" Clock and Control
884	"	" Processor Register Control
885	"	" Decoding
899	"	" Deflection Protection and Auxiliary Control

er dokumentert i Teknisk notat E-351 (15), og kretskort:

886	Display Processor	Deflection Amplifier
887	"	" Intensity Control A
888	"	" Intensity Control B

er dokumentert i Teknisk notat E-377 (16).

7.2.2.3 Vektor generator (VG)

Vektor generatorens oppgave er å generere rette linjer – vektorer – for fremvisning på dataskjermene. Generatoren er en digital differensial analysator og kan betraktes som en liten regnemaskin. Den benytter reversible tellere i samband med digital til analog omformere for generering. Skrivehastigheter er 0,4 til 0,6 mm/ μ s.

En detaljert beskrivelse av vektor generatoren er gitt i Teknisk notat E-344 (17) og de tilhørende kort:

894 Vector Generator Control
895 Vector Generator Register

er dokumentert i Teknisk notat E-351 (15).

7.2.2.4 Karakter generator (CG)

Karakter generatoren kan tegne 64 symboler (store bokstaver, tall samt diverse tegn) i to forskjellige størrelser og i et hvilket som helst sted på en eller begge av dataskjermene. Dataskjerm prosessoren gir generatoren beskjed om hvilke karakter som skal tegnes, når den skal tegnes og styrer plasseringen på skjermen.

Karakterene er bygget opp av en 7×5 matrise hvor de belyste punkter danner karakteren. To tellere går gjennom alle punktene i matrisen og styre X, Y forsterkerne. Informasjonen om hvilke punkter som skal belyses er lagret i et "Read Only Memory" (MOS).

En detaljert beskrivelse av karaktergeneratoren er gitt i Teknisk notat E-375 (18) og de tilhørende kort:

896 Character Generator Logic
897 Character Generator Digital/Analog, MOS

7.2.2.5 Radar tilkopling m/tilhørende digital til analog omformere (DAC), samt analoge kretser

Som nevnt tidligere skal dataskjermene kunne presentere fullstendige regnemaskingenererte bilder samt radar bilder eller en kombinasjon av disse. Den riktige kombinasjon av signaler for de to billedtyper foregår i en Digital til analog omformer (DAC) samt en XYZ kontroll. Disse enheter styres fra DP.

Radar tilkoplingskretsene danner forbindelsen mellom synkroniseringskretsene i fartøyets radar og DP. Radarens synkroniseringskretser sender en synkroniseringspuls med fast tidsdifferanse ut fra et "null ekko". Denne puls danner utgangspunktet for generering av de nødvendige signaler for samarbeide med DP og styring av X, Y og Z kretsene. Hovedelementene er:

- i) Avstandsteller med avstandsdekoding
- ii) Avstandsring generering
- iii) Kretser for stansing av sweep
- iv) Synkroniseringskretser med tilkopling til radaren
- v) Styresignalkretser

Radar tilkopling med tilhørende kretser er beskrevet i Teknisk notat E-377 (16) og de tilhørende kretskort:

886	DP, Deflection Amplifier (m/DAC kretser)
889	DP, Radar Interface
892	Radar Sweep Generator
893	Sine/Cosine Generator

er beskrevet i samme notat.

7.2.2.6 Dataskjermer (CRT)

Målfølge dataskjermenheten (SDC 207) og den taktiske dataskjermenhet (RDC 206) består av et katodestrålerør, avbøyningsforsterkere, intensitetsmodulasjons forsterkere samt kraftforsyninger. Enhetene er bygget av ITT Aerospace/Optical Division og utgjør selvstendige enheter i systemet. Dataskjermenhetene er dokumentert av ITT (19).

7.2.3 Sensor tilkopling

Det er lagt vekt på å forandre minst mulig på selve sensorene ved installering av MSI-70U. Avlesningen av de enkelte sensorer styres av regnemaskinen og konverteringen fra analoge til digitale signaler foregår i tilkoplingsutstyret. Tilkopling for sensorene:

- Passiv sonar
- Aktiv sonar
- Periskop
- Logg
- Gyro og gyrosimulator
- Dybdemåler

er beskrevet i Teknisk notat E-361 (20) og de tilhørende kretskort:

808	Synchronous Set
850	Ext, Set HP display and sens control
851	Synchr to digital conversion

er dokumentert i samme notat. Radar tilkopling med tilhørende kretser er behandlet i avsnitt 7.2.2.5.

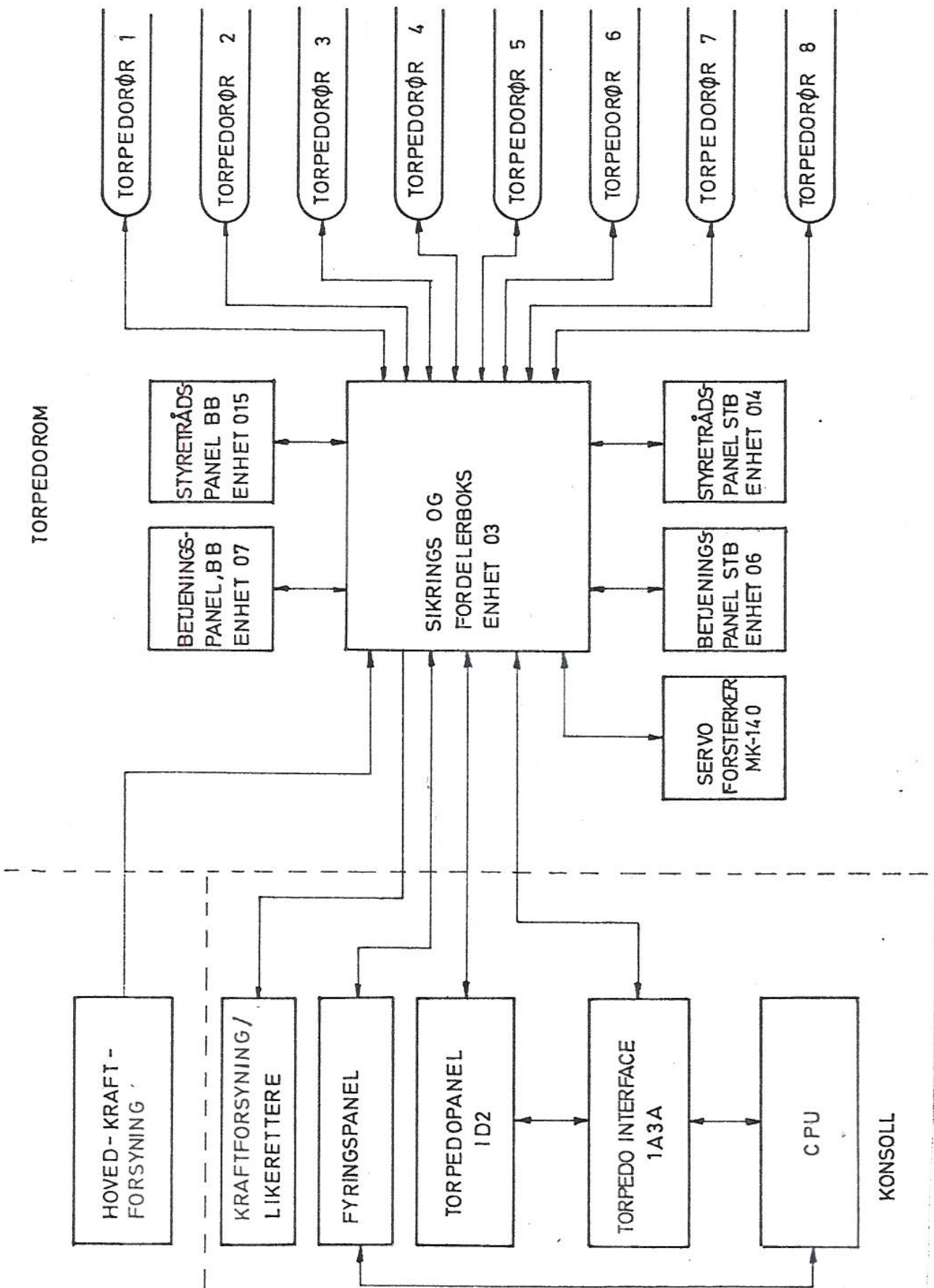
7.2.4 Torpedotilkopling

Torpedosystemets hovedoppgaver er å klargjøre, fyre og styre torpedoer. Systemet gjør bruk av allerede eksisterende utstyr i undervannsbåtens torpedorum, noe av dette har riktignok modifisert elektronikk eller elektromekanikk. Disse utstyrsdeler er:

- Sikrings- og fordelerboks; enhet 03
- Torpedo-betjeningspanel, styrbord; enhet 06
- Torpedo-betjeningspanel, babord; enhet 07
- Styretrådspanel, styrbord; enhet 014
- Styretrådspanel, babord; enhet 015
- Servoforsterker MK-140
- 8 stk torpedorør

Figur 7.2 viser et blokkkjema av torpedosystemet.

Torpedosystemet har flere hovedoppgaver som i seg selv er selvstendig. Hovedforbindelsen mellom de enkelte subsystemer er regnemaskinen. Dette medfører at torpedo-tilkoplingskretsene må gi data til og motta data fra regnemaskinen.



Figur 7.2 Torpedosystem

En hovedoppgave er torpedo klargjøring. I denne forbindelse vil også fremvisning av torpedo-status naturlig høre med. Torpedo status fremkommer ved hjelp av status-signaler fra torpedorum og ordrene *rørstatus opp* eller *rørstatus ned* fra torpedopanel.

Torpedo type MK-37 kan motta forinnstilling av torpedo gyro, dybde og førsteløp. Ønskede verdier leses ut fra regnemaskinen. Torpedoen kan også motta innstillinger for fart, sjikt, antirefleks, horisontal søk og heiming. Disse innstillinger gjøres uten hjelp av regnemaskinen, men sistnevnte mottar informasjon om hvilke innstillinger som er foretatt.

Torpedo firing gjøres fra regnemaskinen. Regnemaskinordet dekodes og det aktuelle fyringsrele aktiviseres. Opplysning om utført firing registreres også. Videre gir regnemaskinen styreordre til torpedoene. Dataord dekodes og styrepulser sendes til torpedoen i takt med styrepulsoscillatoren. Det siste trinn i utsendelsen av styrepulser er releer som mater styretråden med de spesifiserte spenninger. Fra de samme releer innhentes informasjon om utførte styreordrer. Disse leses av regnemaskinen og torpedo-bestikk oppdateres i henhold til lest informasjon.

Torpedo tilkoplingskretsene mottar også status-informasjon fra torpedoen som den dekode. Status-signaler fra torpedoer, er trådbrudd fra type TP-61 og status-signal fra type MK-37.

På grunnlag av ovenfornevnte, samt informasjon om torpedo/rør-velger status og torpedo innstillinger, genereres også annen torpedo status.

Torpedo tilkoplingskretsene er beskrevet i Teknisk notat E-355 (21) og tilhørende kretskort:

810	Torpedo Guidcane and Pulse Generators
814	” ” Relays
860	” ” and Data In
861	” Synchronous Set
862	” Selector
863	” Status
864	” I/O-Control and Fire
868	400 Hz/60 Hz
869	Rectifiers

er dokumentert i Teknisk notat E-357 (21).

7.2.5 Kraftforsyning

Kraftforsyningene er konstruert og levert av firmaet Tore Seem og samlet i to skuffer i konsollets elektronikkenhet (1A2A og 1A2B). Hver av skuffene inneholder 5 enheter som leverer +5 V, ±15 V, -9 V og ±20 V til regnemaskinen, tilkoplingsutstyr og indikatorer. Primær spenningen er 98-120 V, 400 Hz.

Kraftforsyningsenhetene som er bygd opp etter seriereguleringsprinsippet, hvor en eller flere krafttransistorer danner det regulerende element er beskrevet i Teknisk notat E-364 (23).

7.2.6 Paneltilkopling

MSI-70U konsollet som er vist i figurene 1.1 og 3.1 består av følgende betjeningspaneler:

- Målfølge dataskjerm panel (1C1)
- Målfølge betjeningspanel (1B1A)

FORTROLIG

- Taktisk dataskjerm panel (1C2)
- Taktisk betjeningspanel (1B2A)
- Fyrings- og målfølgestatus panel (1C4)
- Torpedo panel (1D2)
- Rulleball panel (1B2B)
- Alarm panel (1D1)

Parentesene gir panelenes identitetskoder. En liste over identitetskodene i MSI-70U er gitt i Appendix C.

Panelene er beskrevet i Teknisk notat E-358 (24), systemet for konsollkontrollen er beskrevet i Teknisk notat E-360 (25) og de tilhørende kretskort:

841	Data reg and enabling for HP dig displays
842	" " " " " IEE text display
870	Console DVN decoding and IOT control
871	" dyn scan syst and control
872	" tracker ball control and static scan system
873	" brightness control
874	" lamp control
877	Alarm 1
878	Alarm 2

er dokumentert i Teknisk notat E-359 (26). Dessuten er de analoge kretser i alarm panelet (1D1) beskrevet i Teknisk notat E-377 (16).

Kretskortene:

733	General I/O-Control
734	" " Expander
735	" " Rec/Send

som er benyttet i konsollet er laget av KV og er ikke tatt med i denne dokumentasjon. Kretskortet:

891 Cable Card

består kun av uttak for kabler og skulle ikke være nødvendig å dokumentere nærmere.

7.2.7 Intern kabling

Interne forbindelser i konsollet går via ledningsbunter som er fastklamret til konsollets rammeverk. De enkelte paneler og skuffer har pluggforbindelser slik at de kan løses fra det interne ledningsopplegget. Ledningsbuntene ut til skuffer er sydd sammen til bøyelige matter. Derved kan disse trekkes ut med alle tilkoplinger intakte.

Ledningsbuntene/mattene i konsollet er også oppdelt med pluggforbindelser for å kunne skille konsollets hoveddeler mekanisk fra hverandre.

Figur 7.3 gir en oversikt over den interne kabling som er nærmere beskrevet i Intern rapport E-191 (27). Rapporten gir også oversiktslister og detaljlistene over interne kabler og plugg.

7.3 Eksterne paneler

Plasseringen av de eksterne paneler er vist i figur 3.5. Panelenes funksjon er beskrevet i kapittel 3 og de enkelte paneler er vist i figurene 3.5 til 3.14.

En detaljert beskrivelse av:

- Sjefens informasjonspanel (02)
- Passiv sonar betjeningspanel (09B)
- Aktiv sonar betjeningspanel (09A)
- Periskop betjeningsknapp (09D)
- Sonar måldata panel (08)
- Radar måldata panel (04)

er gitt i Teknisk notat E-361 (20) og av:

- Torpedorum betjeningspaneler (06 og 08)
- Sikrings- og fordelingsboks (03)
- Styretråd fordelingsbokser (014 og 015)

er gitt i Teknisk notat E-356 (28).

Beskrivelsene inneholder også en oversikt over kabel forbindelser.

7.4 Ekstern kabling

Som nevnt foran er det i størst mulig utstrekning forsøkt å nyttiggjøre det eksisterende kabelopplegg. På grunn av den noe forskjellige pluggplassering for HSA og MSI-70U ble allikevel en del kabler for korte, og måtte strekkes om. Dette gjelder 6 av sensorkablene, og kraftforsyningskabelen mellom konsoll og distribusjonsboks. Til de nye enhetene måtte det strekkes 6 nye kabler (PAL ikke medregnet).

Eksterne plugger til kabelforbindelsene mellom enhetene er av fabrikat Bendix. Det er samme type som for tidligere anlegg, og klargjøringen av fartøyet for tilkopling av MSI-70U ble dermed enklere. Plugger for tilkopling av SM3-panel, innlesnings- og registreringsutstyr er valgt av en noe lettere type (Burndy Bantam), da disse ikke skal være permanent tilkoplede.

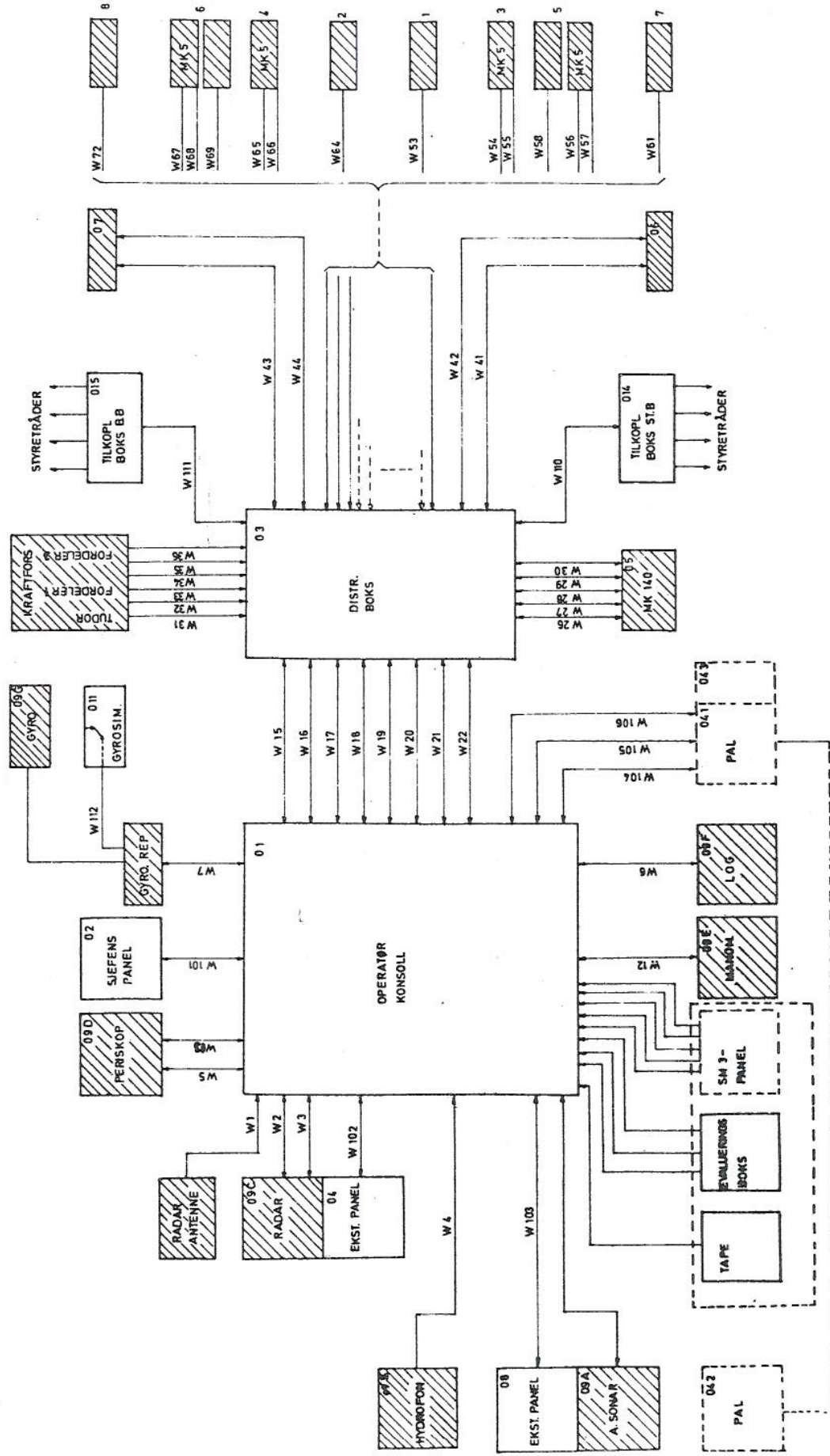
Figur 7.4 gir en oversikt over de eksterne kabler som er nærmere beskrevet i Intern rapport E-191 (27).

7.5 Eksternt utstyr

En del eksternt utstyr var tilknyttet MSI-70U under evalueringen av prototypen. Dette utstyret er ikke nærmere beskrevet i dokumentasjonen for MSI-70U, men to kretskort:

- | | |
|-----|---------------------------------------|
| 890 | 256 word x 8 bit random access memory |
| 898 | Display clock control |

som inngår i evalueringsutstyret er beskrevet i Teknisk notat E-359 (26).



Figur 7.4 Oversiktsdiagram, eksterne kabler

FORTROLIG

Vendler

8 INSTALLASJONSFORSKRIFTER

Installasjonen av MSI-70U krever en del forandringer av det eksisterende kabelopplegg. Dette skyldes delvis nye enheter, og delvis at pluggplasseringen på konsollet (01) er en annen for MSI-70U enn HSA M8. Eksterne kabler har beholdt de gamle kabelnumrene. Gamle kabler har *nummer mindre enn 100*. Nye kabler har *nummer større enn 100*.

Merkingen av kabelplugg er for HSA-anlegget gjort ved å merke pluggen med kabelnummeret. D v s det er samme merking på pluggene i begge ender av kabelen. Dette avviker fra nevnte standard, men er likevel beholdt på prototyp-installasjonen.

Merkingen av enhetenes eksterne pluggforbindelser er for HSA-anlegget gjort ved å merke både paneldel og kabeldel med det aktuelle kabelnummer. Dette gir en grei montering, idet pluggdeler med like nummer koples sammen. Dette er utforandret. Konsollets eksterne plugg er av hensyn til kodingen der, merket med sin fulle identifikasjonskode. For å tilpasse merkingen til kabelopplegget, er kabelnummeret angitt i parentes.

En detaljert beskrivelse av kabeopplegget er gitt i Intern rapport E-191 (27). Rapporten gis dessuten en sjekkliste for montering av operatørkonsollet.

9 MEKANISK KONSTRUKSJONSBESKRIVELSE

Ved konstruksjon av MSI-70U multi sensor idledningssystemet har det vært nødvendig å ta spesiell hensyn til den disponible plass i undervannsbåten samt størrelsen på skipslukken. Plassen har i de fleste tilfeller vært utnyttet maksimalt og den disponible plass samt skipslukens størrelse har i mange tilfeller vært bestemmende for de enkelte enheters ytre mål. Dette er spesielt tilfelle for operatørkonsollet.

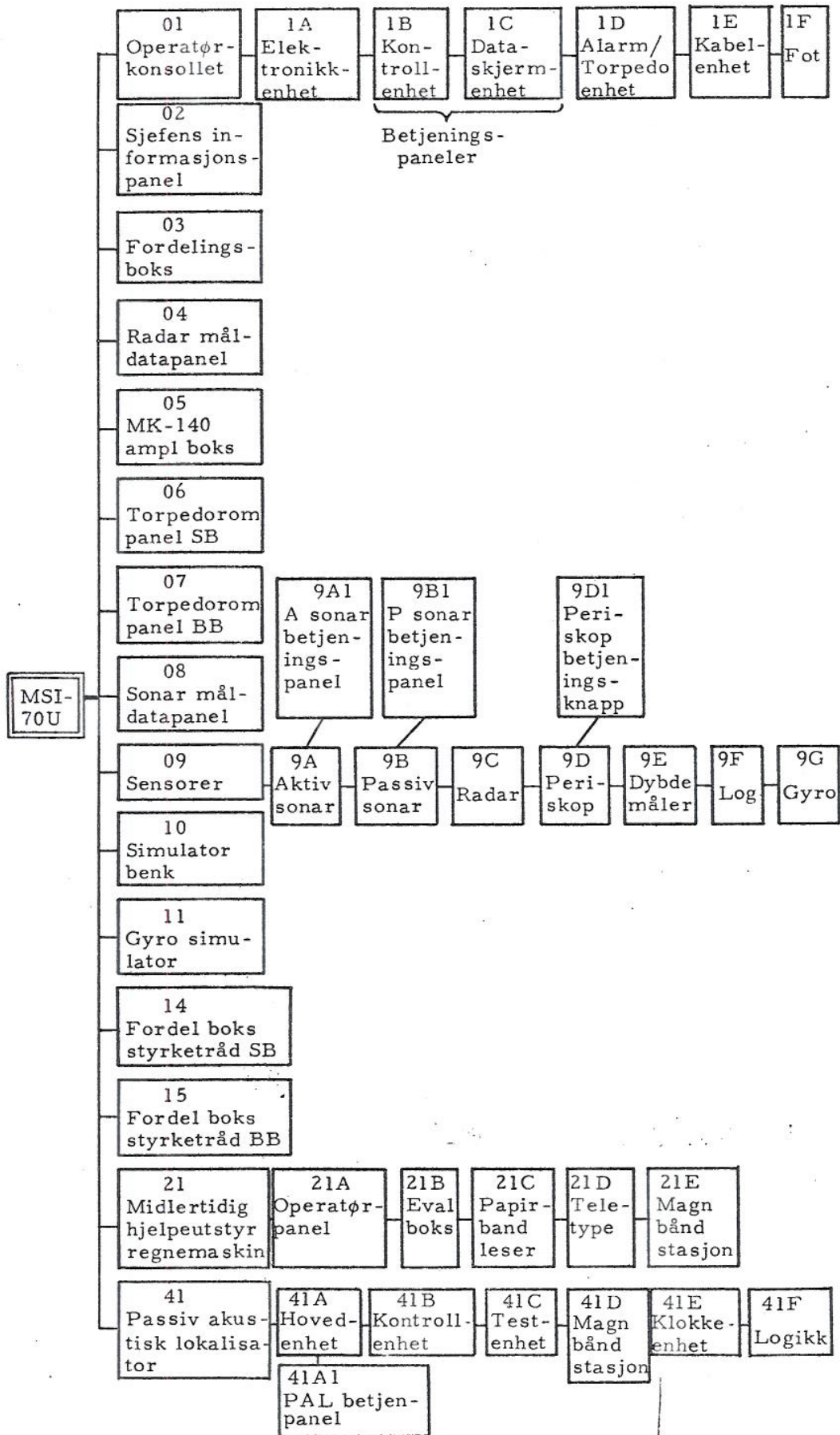
Utstyret er bygget opp av moduler og en har i den utstrekning nødvendig informasjon var tilgjengelig, søkt å ta hensyn til intern kabling samt plassert grupper som funksjonsmessig hører sammen nær hverandre. Hensynet til varmeutvikling har dessuten spilt en betydelig rolle ved møbleringen. De enkelte moduler og enheter er kodet og nummereringen av hovedenhetene er gitt i figur 9.1. En liste over enhetene med tilhørende koder er gitt i Appendix C.

Enhetene er sammensatt av en solid ramme som platene er skrudd på, slik at både profiler og plater virker sammen og gir enhetene styrke og stivhet. For å gjøre konstruksjonen dryppssikker er alle plater montert med Bostikk tetningslister type AE og PV. Mellom enhetene som skal kunne demonteres er brukt neoprene pakninger. Hensynet til en rasjonell produksjon og dermed verkstedets utrustning har dessuten vært av betydning for en del konstruksjonsprinsipper.

Ved plassering av betjeningspanelene og tilhørende betjeningsorganer er det søkt å ta mest mulig hensyn til operatøren. Panelene er satt opp slik at de skal stå mest mulig normalt på operatørens blikk for å lette oversikten. Alle betjeningsorganer er innen operatørens rekkevidde og logisk møblert i forhold til hverandre slik at mulighetene for betjeningsfeil er redusert.

Som konstruksjonsmateriale er valgt sjøbestandig aluminium Al-51 s og AL-57 s. Materialet passer godt korrosjonsmessig inn i dette miljø. Materialet har dessuten et fordelaktig vekt/styrekforhold og gir relativt tykke profiler som i de fleste tilfeller gir rikelig plass for gjenger og gjengeinnsatser. Med aluminium som konstruksjonsmateriale er det som kjent viktig at det er plass for et betydelig antall gjenger. De tykke profiler gir dessuten en god akustisk demping samt demping av mekaniske vibrasjoner.

FORTROLIG



Figur 9.1 Mekanisk blokkdiagram MSI-70U

En detaljert konstruksjonsbeskrivelse med lister over alle konstruksjonstegninger er gitt i Teknisk notat E-372 (29).

Litteratur

- (1) Wessel, E G – MSI-70U, multi sensor ildledningsanlegg, Del 1, Systembeskrivelse, Intern rapport E-182, Forsvarets forskningsinstitut (1971)
- (2) Holme, N – MSI-70U, multi sensor ildledningsanlegg, Rettelse til IR-E-182 og IR-E-183, Notat S-243, Forsvarets forskningsinstitut (1971)
- (3) Løken, O – Peileavviksmetoden – MSI-70U, Teknisk notat E-363, Forsvarets forskningsinstitut (1971)
- (4) Wessel, E G – MSI-70U, multi sensor ildledningsanlegg, Del 2, Funksjonsbeskrivelse, Del 3, Operasjonsprosedyrer, Intern rapport E-183, Forsvarets forskningsinstitut (1971)
- (5) Braathen, S
A Fægri – Dokumentasjon MSI-70U, ildledningsteori—målfølgning, Intern rapport S-56, Forsvarets forskningsinstitut (1971)
- (6) Selnes, O – Dokumentasjon av torpedo styringsprogrammer, Intern rapport E-188, Forsvarets forskningsinstitut (1971)
- (7) Skramstad, T – Lydbaner, programbeskrivelse, Teknisk notat E-243, Forsvarets forskningsinstitut (1969)
- (8) Skramstad, T – Beregning av taktisk bestikk, Teknisk notat E-244, Forsvarets forskningsinstitut (1969)
- (9) – Bakgrunns materialet er utarbeidet av personell ved A/S Informasjonskontroll
- (10) Haugland, T – Sensor input MSI-70U, programdokumentasjon, Teknisk notat E-367, Forsvarets forskningsinstitut (1971)
- (11) Guldbrandsen, A
O Løken
T Haugland – Peileavviksmetoden MSI-70U, programdokumentasjon, Teknisk notat E-365, Forsvarets forskningsinstitut (1971)
- (12) Haugland, T
A Guldbrandsen – Rutiner for sifferindikatorer og hjelperutiner for MSI-70U, programdokumentasjon, Teknisk notat E-366, Forsvarets forskningsinstitut (1971)
- (13) – Description and operation instructions, Submarine fire control equipment type M8/10-28, Volume 1, N V Hollandse Signaalapparaten (1966)

FORTROLIG

- (14) Bækkevold, P B
T Bølstad — Description of MSI-70U Display processor, Teknisk notat E-342, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)
(En handskrevet oversettelse er oversendt KV)
- (15) Bølstad, T — Kortbeskrivelse for MSI-70U Display processor og Vector generator, Teknisk notat E-351, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)
- (16) Sletvold, Ø — Beskrivelse av MSI-70U, Kretser for defleksjons- og intensitetsstyring av dataskjermer, radar interface, Teknisk notat E-377, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)
- (17) Bækkevold, P B
T Bølstad — Description of MSI-70U Vector generator, Teknisk notat E-344, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)
(En handskrevet oversettelse er oversendt KV)
- (18) Schaulund, I — Beskrivelse av MSI-70U, karaktergenerator, Teknisk notat E-375, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)
- (19) — Installation, operation and maintenance manuel for ITT models RDC 206 and SDC 207 cathode ray display units, (ITT Aerospace/Optical Division (1970)
- (20) Wien-Andresen, W — System- og kortbeskrivelse for sensor interface og eksterne paneler i MSI-70U, Teknisk notat E-361, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)
- (21) Røros, H K — Kortbeskrivelse av MSI-70U, torpedo-interface, Teknisk notat E-355, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)
- (22) Røros, H K — Systembeskrivelse, MSI-70U, torpedo interface Teknisk notat E-357, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)
- (23) Løken, O — Kraftforsyning til MSI-70U, spesifikasjoner og funksjonsbeskrivelse, Teknisk notat E-364, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)
- (24) Bækkevold, P B
H K Røros — Paneler på konsollet i MSI-70U, Teknisk notat E-358, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)
- (25) Bækkevold, P B — Systembeskrivelse for MSI-70U, konsollkontroll, Teknisk notat E-360, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)
- (26) Bækkevold, P B — Kortbeskrivelse for MSI-70U, Konsollkontroll og evalueringsutstyr, Teknisk notat E-359, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)
- (27) Gjertsen, T
A Rannestad — Dokumentasjon for MSI-70U, installasjonsforskrifter m/kabellister, Intern rapport E-191, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)

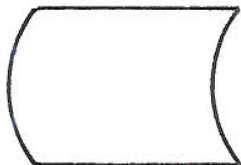
- (28) Røros, H K – Torpedorumstilkopling for MSI-70U, Teknisk notat E-356, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)
- (29) Sørensen, J – MSI-70U, mekanisk konstruksjon, Teknisk notat E-372, Forsvarets forskningsinstitutt (1971)

FORTROLIG

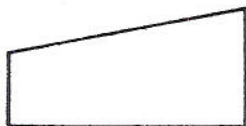
TEGNFORKLARING



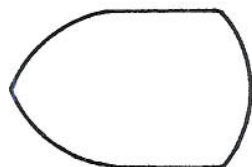
PROGRAM BLOKK



TABELL



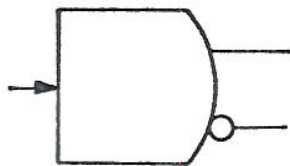
KIPPBRYTER , VENDER , TRYKKNAPP
ELLER SENSOR



DATASKJERM ELLER TALLINDIKATOR



TRYKKNAPPLYS



OVERFØR DATA HVIS TEKSTEN ER OPPFYLT

OVERFØR DATA HVIS TEKSTEN IKKE ER OPPFYLT

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U (4)

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
010	LES INN	9B1	Passiv sonar betj. panel	100	066	Data innlesning	Trykknapp for manuell innlesning av peiling
011	MODUS VELGER	"	"	101	002-005	Operasjons- og mål-velger	Vender for valg av MANUELL eller AUTOMATISK innlesning av data, samt valg av MÅL <input type="radio"/> eller MÅL <input type="checkbox"/>
015	LES INN	9A1	Aktiv sonar betj. panel	100	067	Data innlesning	Trykknapp for manuell innlesning av data
016	MODUS VELGER	"	"	101	142-145	Operasjons- og mål-velger	Vender for valg av AKTIV eller PASSIV operasjonsmodus, samt valg av MÅL <input type="radio"/> eller MÅL <input type="checkbox"/>
020	AVSTAND, PEILING	08	Sonar mål-data panel	302	100-110	Presentasjon av avstand og peiling	Tallindikator som viser avstand og peiling fra de OFFISIELLE MÅLDATA
021	VIS <input type="radio"/> / VIS <input type="checkbox"/>	"	"	100	037	Målvelger	Trykknapp for valg av MÅL <input type="radio"/> eller MÅL <input type="checkbox"/>
025	AVSTAND, PEILING	04	Radar mål-data panel	302	120-130	Presentasjon av avstand og peiling	Tall indikator som viser avstand og peiling fra de OFFISIELLE MÅLDATA
026	VIS <input type="radio"/> / VIS <input type="checkbox"/>	"	"	100	036	Målvelger	Trykknapp for valg av MÅL <input type="radio"/> eller MÅL <input type="checkbox"/>
030	-	9D1	Periskop innlesn knapp	100	136	Data innlesning	Trykknapp for innlesning av periskop-peiling

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
035	AV/PÅ	41A1	PAL betj panel	-	-	Databearbeiding av/på	Trykknapp for informasjon om regnemaskinbearbeiding av PAL-data
036	MÅL <input type="radio"/> / MÅL <input type="checkbox"/>	"	"	-	-	Målvælger	Trykknapp for valg av MÅL <input type="radio"/> eller MÅL <input type="checkbox"/>
040	MÅLETS FART	02	Sjefens info panel	302	145-147	Presentasjon av data	Tallindikator for presentasjon av målets fart
041	AVSTAND	"	"	302	140-144	"	Tallindikator for presentasjon av avstand til målet
042	EGEN FART	"	"	302	150-152	"	Tallindikator for presentasjon av egen fart
043	VIS <input type="radio"/> / VIS <input type="checkbox"/>	"	"	100	141	Målvælger	Trykknapp for valg av MÅL <input type="radio"/> eller MÅL <input type="checkbox"/>
044	MÅLETS KURS	"	"	324	-	Presentasjon av data	Dreieindikator for presentasjon av målets kurs
045	EGEN KURS	"	"	325	-	"	Dreieindikator for presentasjon av egen kurs
051	-	06	Styrbord torp roms panel	-	-	Torpedo/rørstatus velger	Vender for valg av status TOM, LADET og KLAR
053	-	"	"	-	-	"	Vender for valg av status TOM, LADET, KLAR og NØDFYR

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
055	-	06	Styrbord torp roms panel	-	-	Torpedo/rørstatus velger	Vender for valg av status TOM, LADET, KLAR og NØDFYR
057	-	"	"	-	-	"	Vender for valg av status TOM, LADET og KLAR
052	-	07	Babord torp roms panel	-	-	"	Vender for valg av status TOM, LADET og KLAR
054	-	"	"	-	-	"	Vender for valg av status TOM, LADET, KLAR og NØDFYR
056	-	"	"	-	-	"	Vender for valg av status TOM, LADET, KLAR og NØDFYR
058	-	"	"	-	-	"	Vender for valg av status TOM, LADET og KLAR

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
100	-	101	Målfølge dataskjerm panel	-	-	Presentasjon av data	Dataskjerm for fremvisning av målfølge-informasjon
101	TP PLOTT/ LYDBANE	"	"	100	27	Valg av plott	Trykknapp for valg av plott på data-skjermen
102	TID	"	"	101	71-73	Valg av tidsskala	Vender for valg av tidsskala for TP-plott
103	PEILING	"	"	101	66,67	Valg av peileskala	Vender for valg av full-skala for peilingen på TP-plottet
104	PEILING	"	"	101	101-115	"	Vender for valg av nullpunktreferanse for peileskalaen på TP-plottet
105	EGEN KURS-HISTORE	"	"	100	127	Kurshistorie av/på	Trykknapp for EGEN KURSHISTORIE av/på
120	MODUS	"	"	101	74-76	Modusvelger	Vender for valg av lydbanemodus
121	BEREGN LYDBANER	"	"	100	121	Initiering av beregning	Trykknapp for igangsettning av lydbaneberegning
122	BUNN REFLEKS	"	"	100	122	Initiering av beregning	Trykknapp for beregning av lydbaner med bunnrefleks
123	DYBDE	"	"	101	121-122	Innstilling av dybde	Kippbryter for innstilling av dybde for lydbaneberegning

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalet)	Indeks nr (Oktalet)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
124	TILT	101	Målfølgere-dataskjerm panel	101	123-124	Innstilling av svingertilt	Kippbryter for innstilling av svingertilt for lydbaneberegninger
130	SKJERM DATA	"	"	101	125-127	Valg av plott	Vender for valg av plott på målfølgedata-skjerm
140	SKALA	"	"	101	63-65	Skalavelger	Vender for valg av peileavvikskala for PEILEAVVIKSPLOTTET og avstandsskala for MÅLOBSERVASJONSPLOTTET
150	MÅL <input type="radio"/> / MÅL <input type="checkbox"/>	"	"	100	31	Målvælger	Trykknapp for valg av MÅL <input type="radio"/> eller MÅL <input type="checkbox"/> for konsoll-funksjonene
151	AUTO/ MAN	"	"	100	32	Overføring av data	Trykknapp for innlesing av målobserverasjoner v h a talltastatur (520) og LES INN (510) (2)
200	AVSTAND, PEILING, KURS og FART	101A	Målfølge betj panel	302	40-56	Presentasjon av data	Tallindikator for fremvisning av avstand, peiling, kurs og fart for de OFFISIELLE MÅLDATAENE
201	SETT	"	"	100	111	Valg av parameter	Satt ut av funksjon (2)
202	SETT	"	"	100	112	"	" - "
203	SETT	"	"	100	113	"	" - "
204	SETT	"	"	100	114	"	"

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
205	LES INN	1B1A	Målfølge betj panel	100	115	Overføring av data	Trykknapp som overfører data valgt på (210) fra PRØVEDATA til OFFISIELLE MÅLDATA
210	AVSTAND, PEILING, KURS og FART	"	"	302	20-36	Presentasjon av data	Tallindikator for fremvisning av avstand, peiling, kurs og fart for PRØVEDATAENE
211	-	"	"	101	21-22	Innstilling av data	Kippbryter for innstilling av avstand for PRØVEDATA
212	-	"	"	101	23-24	"	Kippbryter for innstilling av peiling for PRØVEDATA
213	-	"	"	101	25-26	"	Kippbryter for innstilling av kurs for PRØVEDATA
214	-	"	"	101	27-28	"	Kippbryter for innstilling av fart for PRØVEDATA
215	GROV INNSTILLING	"	"	100	116	Grovinnstilling av/på	Trykknapp for grovinnstilling av (211-214) av/på
220	HOLD	"	"	100	102	Holdning av data	Trykknapp for lagring av PRØVEDATAENE i egen HOLD-tabell
221	BYTT	"	"	100	105	Bytting av data	Trykknapp for ombytting av data i PRØVEDATA og HOLD-tabell

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	(Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
222	VIS MÅLDATA	1B1A	Målfølge betj panel	100	101	Overføring av data	Trykknapp for overføring av de OFFISIELLE MÅLDATA (200) til PRØVEDATA (210)
224	NY OBSERVASJON	"	"	100	103	"	Satt ut av funksjon (2)
225	PRØVE FILTERING	"	"	100	106	"	" -
226	OPP-DATERING	"	"	100	104	Initiering av opp-datering	" -
227	AUTO AVSTAND	"	"	100	107	Initiering av avstands-beregning	Trykknapp for initiering av automatisk avstandsberregning for PRØVEDATAENE (210)
230		1C1	Målfølge dataskjerm panel	101	61-62	Innstilling av tidsmerke	Kippbryter for innstilling av et merke på tidskalaene på TP-plottet og PAP-plottet
231	DÅRLIG PEILING UT	"	"	100	131	Gi info om dårlig peiling	Trykknapp som gir info til PAP-programmet om at peilingen ved tidsmerket ikke skal benyttes i beregningen
232	MÅL MANØVER	"	"	100	132	Gi info om målmanøver	Trykknapp som gir info om at målmanøver ble foretatt ved tidsmerket

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
240	PA/AV	1D1	Alarm panel	-	-	Hovedbryter	Trykknapp for hovedspenning (115V/400Hz) på/av
241	SIKRINGER/ ALARM	"	"	-	-	Hovedalarm	Trykknapp for presentasjon av sikringsbrudd/hovedalarm (spesifiseres på 281 eller 282)
250	VIDEOFORST	"	"	-	-	Kontroll av forsterkning	Attenuator for kontroll av videoforsterkning
251	LYSSTYRKE	"	"	-	-	Intensitetskontroll	Potentiometer for intensitetskontroll av radarbilde
252	LYS AVST RINGER	"	"	-	-	Intensitetskontroll	Potentiometer for intensitetskontroll av avstandsring, radarbilde
253	DATASKJERM- VALG	"	"	-	-	Data-presentation	Vender for valg av vanlig, ombyttet eller dublert bruk av displayene
260	STOPP/ START	"	"	-	-	Hovedbryter	Trykknapp for START/STOPP av CPU
261	VENT/ PARITET	"	"	-	-	Presentation av info	Trykknapp for presentasjon av info om feil ved CPU, hukommelse, programmene CPU arbeider med, eller datakommunikasjonen CPU-hukommelse
262	AUTO LES	"	"	-	-	Innlesning av papirbånd	Trykknapp for initiering av papirbånd-innlesning

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
263	NULLSTILL	1D1	Alarm panel	-	-	Nullstilling av CPU	Trykknapp for nullstilling av div registre og flip-flop i CPU
270	TEST	"	"	100	142	Initiering av lampetest	Trykknapp for initiering av lampetest for regnemaskinstyrte lys
271	FORTSETT TEST	"	"	100	143	Initiering av neste lampe-test	Trykknapp for initiering av neste tall i tallindikatorene og neste tekst i tekstindikatorer (arbeider sammen med 270)
272	LAMPTEST	"	"	-	-	Initiering av lampetest	Trykknapp for initiering av lampetest for lys på panelene 1D1 og 1D2
273	-	"	"	100	144/145	Intensitetkontroll	Kippbryter for regulering av lysintensiteten i alle trykknapper, tallindikatorer og tekstindikatorer
280	-	"	"	-	-	Timeteller	Timeteller for registrering av antall driftstimer
281	variabel	"	"	-	-	Alarmer	Alarmer for div sikringsbrudd, overtemperatur eller manglende spenninger
282	variabel	"	"	300	150-163	"	Alarmer for ulovlige eller gale program eller programslyffer etc
290	MÅLFØLGE DATASKJERM	"	"	-	-	Sikring	Sikring for målfølgedisplay
291	TAKTISK DATASKJERM	"	"	-	-	"	Sikring for taktisk display

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
292	LIKERETTERE ØVRE SKUFF	1D1	Alarm panel	-	-	Sikring	Sikring for likerettere, øvre skuff
293	LIKERETTERE NEDRE SKUFF	"	"	-	-	"	Sikring for likerettere, nedre skuff
294	VIFTER GRUPPE 1	"	"	-	-	"	Sikring for viftegruppe 1
295	VIFTER GRUPPE 2	"	"	-	-	"	Sikring for viftegruppe 2
296	SYNKRORREF TORP STYRING	"	"	-	-	"	Sikring for synkroref til sensorintegrasjon og likerettere for torpedo styring

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
300	-	102	Taktisk dataskjerm panel	-	-	Presentasjon av data	Dataskjerm for fremvisning av taktisk informasjon
301	REL/ SANN	"	"	100	33	Valg av bevegelsesmodus	Trykknapp for valg av RELATIV eller SANN bevegelsesmodus
302	EGET FARTØY TIL MERKET	"	"	100	42	Initiering av egen posisjon til rulleballmerke	Trykknapp for forflytting av all taktisk info, så eget fartøy faller over ett med rulleballmerket
303	AVSTAND	"	"	101	41-44	Valg av avstandskala	Vender for valg av avstandskala på den taktiske dataskjermen
310	VIS <input type="radio"/> / VIS <input type="checkbox"/>	"	"	100	34	Målvelger	Trykknapp for valg av MÅL <input type="radio"/> eller MÅL <input type="checkbox"/> for alle taktiske funksjoner
311	VIS 1 MÅL/ VIS 2 MÅL	"	"	100	35	Valg av antall mål	Trykknapp for valg av presentasjon av 1 eller 2 mål på den taktiske dataskjermen
320	VIS PEILING	"	"	100	43	Peileretning av/på	Trykknapp for valg av peileretning av/på vist på den taktiske dataskjermen
321	-	"	"	101	51-53	Valg av sensor	Vender for valg av sensorene PASSIV SONAR, AKTIV SONAR eller PERISKOP for peileretningen (320)
330	VIS RADAR	"	"	100	44	Radarbilde av/på	Trykknapp for valg av radarinformasjon av/på

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Okalt)	Indeks nr (Okalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
331	AVSTANDS RINGER	1C2	Taktisk dataskjerm panel	100	45	Avstandsring-er av/på	Trykknapp for valg av avstandsring-er av/på
332	LES INN RADAR <input type="radio"/>	"	"	100	46	Innlesning av data	Trykknapp for innlesning av radar- data for MÅL <input type="radio"/>
333	LES INN RADAR <input type="checkbox"/>	"	"	100	47	"	Trykknapp for innlesning av radar- data for MÅL <input type="checkbox"/>
400	-	1B2B	Taktisk betj panel	102-103	-	Innstilling av rulleball	Rulleball som benyttes til endring av po- sitionen av rulleballmerket på den tak- tiske dataskjermen
401	SENTRER MERKET	"	"	-	-	Sentrering av rulleball	Trykknapp for sentrering av rulleballmer- ket til midten av den taktiske dataskjer- men
500	A, B, C og D	1B2A	"	302	0-16	Presentasjon av data	Tallindikator for presentasjon av informa- sjon for datakategorifunksjonene
501	variabel	"	"	301	0	"	Tekstindikator for forklaring av info på (500A)
502	variabel	"	"	301	1	"	Tekstindikator for forklaring av info på (500B)
503	variabel	"	"	301	2	"	Tekstindikator for forklaring av info på (500C)
504	variabel	"	"	301	3	"	Tekstindikator for forklaring av info på (500D)

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
510	LES INN	1B2A	Taktisk betj panel	100	71	Overføring av data	Trykknapp for overføring av data i henhold til valgte datakategorifunksjon
511	SETT	"	"	100	72	Utvelgelse av parameter	Trykknapp for utvelgelse av parameter som skal overføres ved aktivering av (510)
512	SETT	"	"	100	73	"	"
513	SETT	"	"	100	74	"	"
514	SETT	"	"	100	75	"	"
520	-	"	"	100	0-13	Innlesning av data	Talltastatur for innlesning av data
601	SYSTEM DATA	"	"	100	51	Valg av datakategorifunksjon	Trykknapp i reserve. Midlertidig ubenyttet
602	SPREDNINGS DATA	"	"	100	52	"	Trykknapp for innlesning og presentasjon av spredningsdata
603	LYD DATA	"	"	100	53	"	Trykknapp for innlesning og presentasjon av lyddata
604	TORPEDO DATA	"	"	100	54	"	Trykknapp for innlesning og presentasjon av torpedodata
605	SENSOR DATA	"	"	100	55	"	Trykknapp for innlesning og presentasjon av standard avvik for sensorene

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
606	BAUG MÅLDATA	1B2A	Taktisk betj panel	100	56	Valg av data-ategorifunksjon	Trykknapp for innlesning av periskop-estimat og presentasjon av avstand, peiling, baugvinkel og fart for de OFFISIELLE MÅLDATA
607	FART MÅLDATA	"	"	100	57	"	Trykknapp for presentasjon av avstand, peiling, tverrfart og fart fra/mot for de OFFISIELLE MÅLDATA
608	PEILLING MÅLDATA	"	"	100	61	"	Trykknapp for presentasjon av avstand, peiling, kurs og peilerate for de OFFISIELLE MÅLDATA
609	NORMAL MÅLDATA	"	"	100	62	"	Trykknapp for innlesning av målobserverasjoner og presentasjon av avstand, peiling, kurs og fart for de OFFISIELLE MÅLDATA <i>(innlesning av målobserverasjoner)</i>
610	MERKE DATA	"	"	100	63	"	Trykknapp for initiering av avstand- og peile-beregning mellom eget fartøy og rulleballmerket
611	PRØVE LØSNINGS DATA	1B1A	Målfølge betj panel	100	117	"	Trykknapp for initiering og fremvisning av beregning av torpedo-prøveløsnings-data
612	SALVE 1 DATA	1B2A	Taktisk betj panel	100	64	"	Trykknapp for inspeksjon av SALVE 1 data
613	SALVE 2 DATA	"	"	100	65	"	Trykknapp for inspeksjon av SALVE 2 data

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
700	SALVEVALG/ AKTIV	1B2A	Taktisk betj panel	100	23	Initiering av salveberegning	Trykknapp for initiering av SALVE 1 - engasjement og fremvisning av salve-status
701	MÅL ○/ MÅL □	"	"	100	24	Målvælger	Trykknapp for valg av MÅL ○ eller MÅL □ for SALVE 1
702	-	"	"	101	131-135	Valg av sty- ringsmodus	Vender for valg av styringsmodus for SALVE 1
703	-	"	"	101	136-137	Manuell salvestyring	Kippbryter for manuell styring av SALVE 1
710	SALVEVALG/ AKTIV	"	"	100	25	Initiering av salveberegning	Trykknapp for initiering av SALVE 2 - engasjement og fremvisning av salve-status
711	MÅL ○/ MÅL □	"	"	100	26	Målvælger	Trykknapp for valg av MÅL ○ eller MÅL □ for SALVE 2
712	-	"	"	101	11-15	Valg av sty- ringsmodus	Vender for valg av styringsmodus for SALVE 2
713	-	"	"	101	16-17	Manuell salvestyring	Kippbryter for manuell styring av SALVE 2
720	TP-61/ MK-37	1B1A	Målfølge betj panel	100	21	Torpedovalg	Trykknapp for valg av torpedotype for torpedo-prøveløsning
721	KOLL PKT/ SIKTELINJE	"	"	100	22	Valg av sty- ringsmodus	Trykknapp for valg av styringsmodus for torpedo-prøveløsning

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
722	-	1B1A	Målfølge betj panel	101	33-36	Valg av sensor	Vender for valg av sensor for torpedo-prøveløsning
730	VIS NAV PKT	1B2A	Taktisk betj panel	100	77	Presentasjon av data	Trykknapp for fremvisning av navigasjons-punkter
731	FJERN NAV PKT	"	"	100	76	Fjerning av nav punkter	Trykknapp brukt i forbindelse med tall-tastaturet for fjerning av navigasjons-punkter
800	-	1C4	Fyrings og målfølge-status panel	-	-	Sikring for fyring	Sikringsnøkkel for SIKRING/AVSIKRING av fyring av salve
801	AVSIKRET/ SIKRRET	"	"	-	-	Sikringslys	Sikringslys for fremvisning av posisjonen av sikringsnøkkelen (800)
802	FYR	"	"	100	123	Fyring av salver	Trykknapp for fyring av salver og fremvisning av salve-status
810	MÅL <input type="checkbox"/> AKTIV	"	"	100	124	Oppstarting og terminering av salver	Trykknapp for oppstarting og terminering av målfølgning av MÅL <input type="checkbox"/>
811	MÅL <input type="checkbox"/> AKTIV	"	"	100	125	"	Trykknapp for oppstarting og terminering av målfølgning av MÅL <input type="checkbox"/>
812	MIN - SEK	"	"	302	60-63	Presentasjon av data	Tallindikator for fremvisning av målfølgningstid siden oppstarting

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
820	OPPTAK	1C4	Fyrings og målfølgerstatus panel	100	133	Initiering av opptak	Trykknapp for initiering av opptak av data på båndopptaker
830	SIMULE-RING	"	"	100	134	Initiering av simulering	Trykknapp for initiering av angreps-simulering
900	TORPEDO/RØRVELGER	1D2	Torpedo panel	-	-	Valg av torpedo/rør nr	Vender for valg av torpedo/rør
901	variabel	"	"	143	-	Fremvisning av status	Tekstindikator for fremvisning av torpedo/rør-status
902	variabel	"	"	"	-	"	"
903	variabel	"	"	"	-	"	"
904	variabel	"	"	"	-	"	"
905	variabel	"	"	"	-	"	"
906	variabel	"	"	"	-	"	"
907	variabel	"	"	"	-	"	"
908	variabel	"	"	"	-	"	"
910	RØRSTATUS-OPP	"	"	-	-	Endring av status	Trykknapp for endring av torpedo/rør status mot valgt

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
911	RØRSTATUS NED	1D2	Torpedo panel	-	-	Endring av status	Trykknapp for endring av torpedo/rørstatus mot ladet
920	-	"	"	-	-	Presentasjon av data	Viserinstrument for trådtestindikasjon for MK-37
921	TRÅDTEST MK-37	"	"	-	-	Initiering av trådtest	Trykknapp for initiering av trådtest for MK-37
922	1,5,2,6	"	"	140	-	Presentasjon av data	Trykknapp for fremvisning av informasjon om trådbrudd for TP-61-torpedoen 1,2,5 og 6
923	7,8,T	"	"	"	-	Initiering og presentasjon av data	Trykknapp for initiering av trådtest for TP-61 (T) og fremvisning av informasjon om trådbrudd for TP-61-torpedoen 1 og 8
940	STATUS SIGNAL MK-37	"	"	-	-	"	Trykknapp for initiering av test av status-signalsystemet og fremvisning av status-signalet for MK-37
941	STYRING MULIG MK-37	"	"	140	-	Presentasjon av data	Trykknapp for presentasjon av styring mulig-signalet
942	SØK ORDRE TIL MK-37	"	"	-	-	Initiering av søking	Trykknapp for initiering av SØKEMODUS for SØKEMODUS for MK-37-torpedo
943	SJIKT ALARM MK-37	"	"	-	-	Presentasjon av data	Trykknapp for presentasjon av signal om torpedo og eget fartøy i samme sjikt

BEGRENSET

Fortegnelse over indikatorer, trykknapper, kippbrytere og vendere for MSI-70U

Nr	Tekst	Panel		Device nr (Oktalt)	Indeks nr (Oktalt)	Funksjon	Forklaring
		Nr	Navn				
950	LES INN	1D2	Torpedo panel	-	-	Overføring av data	Trykknapp for overføring av data fra (951-955) til MK-37-torpedoen satt til VALGT-status
951	FART	"	"	140	-	Innstilling av parameter	Vender for valg av fart for MK-37
952	SJIKT	"	"	"	-	"	Vender for valg av sjikt for MK-37
953	ANTIREFL	"	"	-	-	"	Vender for valg av vertikal søkemodus for MK-37
954	HOR SØK	"	"	-	-	"	Vender for valg av horisontal søkemodus for MK-37
955	HEIMING	"	"	-	-	"	Vender for valg av heimemodus for MK-37

BEGRENSET

IDENTIFIKASJONSKODER FOR MSI-70U (27)

Ident- kode	Fysisk enhet	Komm
01	Operatørkonsoll	Nytt
1A	Elektronikkenhet	"
1A1	SM-303M, regnemaskin	"
1A1A	CPU (2 rack)	"
1A1B	Hukommelse	"
1A2	Kraftforsyning, regulert likespenning	"
1A2A	Øvre kraftforsyningskuff	"
1A2B	Nedre kraftforsyningskuff	"
1A3	Interface	"
1A3A	Torpedo	"
1A3B	Konsoll (brytere, kontroller)	"
1A3C	Sensorer	"
1A3D	Plugghylle	"
1A3E	Ekstra hukommelse (MEM II)	"
1A3F	Dataskjerm	"
1A4	Venstre skott m/varmekabel	"
1A5	Høyre skott m/varmekabel	"
1A6	Deksler	"
1B	Kontrollenheter	"
1B1	Venstre kontrollenhet	"
1B1A	Målfølgingspanel (kontrollpanel, venstre)	"
1B1B	Horisontalt panel	"
1B1C	Vifteenhet	"
1B1D	Luftinntak m/filter	"
1B1E	Pluggbrakett for målfølgingspanel	"

Ident- kode	Fysisk enhet	Komm
1B2	Høyre kontrollenhet	Nytt
1B2A	Taktisk panel (kontrallpanel, høyre)	"
1B2B	Rulleballpanel	"
1B2C	Vifteenhet	"
1B2D	Luftinntak m/filter	"
1B2E	Pluggpanel, perifert utstyr (SM3-panel og evalueringsboks)	"
1B2F	Pluggbraketter for taktisk panel og perifert utstyr	"
1C	Dataskjermenhet	"
1C1	Målfølgings skjerm m/panel	"
1C2	Taktisk skjerm m/panel	"
1C4	Fyringspanel	"
1C5	Pluggbrakett for fyringspanel	"
1D	Alarm/torpedo enhet	"
1D1	Alarm og sikringspanel	"
1D2	Torpedopanel	"
1D3	Eksternt pluggpanel, venstre	"
1D4	Luftutblåsning	"
1D5	Eksternt pluggpanel, høyre	"
1D6	Skinne m/pluggbrakett og kontaktor	"
1D7	Skinne m/pluggbrakett	"
1E	Kabelboks	"
1E1	Eksternt pluggpanel	"
1E2	Pluggbrakett m/strekkavlastning til øvre kraftforsyning	"
1E3	Pluggbrakett m/strekkavlastning til nedre kraftforsyning	"
1E4	Pluggbrakett m/strekkavlastninger til interface-enhet	"
02	Sjefens informasjonspanel	"
03	Fordelingsboks	Forandret
04	Radar måldatapanel	Nytt
05	MK 140	Bestående
06	Torpedorum panel SB	"

Ident- kode	Fysisk enhet	Komm
07	Torpedorom panel BB	Bestående
08	Sonar måldatapanel	Nytt
09	Sensorer	Bestående
09A.	A sonar	"
09B	Passiv sonar	"
09C	Radar	"
09D	Periskop	"
09E	Dybde måler	"
09F	Log	"
09G	Gyro	"
010	Simulatorbenk	Til lab bruk
011	Gyrosimulator	Nytt
014	Fordelingsboks, styretråd SB	"
015	Fordelingsboks, styretråd BB	"
041	PAL, hovedenhet (gryteskap)	"
042	PAL, kontrollenhet (sonarrom)	"
043	PAL, test enhet (gryteskap)	"

FORTROLIG