



# Försvarets Historiska Telesamlingar Flygvapnet



2021-10-11

## Telefonväxel AKE-129

Försvarets första programminnesstyrda telefonväxel

*Roland Persson*

F02/21





## Förord

Denna rapport är framtagen inom FHT projekt FTN och utgör en fördjupad historisk beskrivning om Telefonväxel AKE-129 genom arkivarbete samt insamling och sammanställning av information som publicerats av FHT m.fl.

Information som publicerats tidigare av FHT är främst:

- STRIL 50, Stridslednings- och luftbevakningssystem modell 50

samt av FMV:

- Försvarets Fasta Radiolänknät, Försvarets telenät – ett historiskt perspektiv.

I ovanstående rapporter finns mer utförligt beskrivet den utveckling som deras operativa och taktiska behov skapat – som utgjort grund för den tekniska utvecklingen som beskrivs här. Vissa delar av dessa rapporter är införda i denna rapport.

Denna rapport utgör den historiska basen av den tidiga utvecklingen av telefonväxel i radiolänksystemet med dess militära tillämpning och avslutas tidsmässigt i mitten av 1990-talet.

Skribenten har varit Roland Persson som arbetade vid huvudverkstaden Centrala Verkstaden Arboga (CVA) i Arboga som ”bakre tekniskt stöd” för dessa växlar från introduktionen 1968 fram till utvecklingen som var klar 1995.

Rapporten med bilagor har i sin helhet förhandsgranskats och inte befunnits innehålla någon sekretessbelagd information.

Synpunkter på rapporten mottas tacksamt – kontakt via mail: [roland.persson97@gmail.com](mailto:roland.persson97@gmail.com)

Arboga våren/sommaren 2021

Roland Persson



## Bakgrund

Under 1948 beslutade riksdagen om uppbyggnaden av ett modernt luftbevakningssystem. Därmed påbörjades utformningen av Flygvapnets moderna telekommunikationsstruktur. Vanliga abonnemang i Telegrafverkets nät övergick successivt till speciella, exklusiva direktförbindelser mellan olika försvarsobjekt. Dessa förbindelser var antingen förhyrda i fred eller förberedda för snabb uppkoppling vid beredskapshöjning eller krig.

Under 1950 föreslog en utredning att ett landsomfattande nät baserat på radiolänk skulle byggas. Den kommersiella användningen av radiolänk var begränsad vid denna tid. Under perioden 1950 – 1970 ökade användningen av radiolänk snabbt bland nätoperatörer i hela världen. Radiolänknätet fick inledningsvis namnet Flygvapnets Fasta Radiolänknät (13/9 1955) och ändrades därefter under 1962 till Försvarets Fasta Radiolänknät (FFRL). Det byggdes från mitten av 1950-talet upp under relativt kort tid och var i slutet av 1960-talet i stort sett landsomfattande.

Kring ledningscentraler och en del gemensamma stabsplatser växte det fram tämligen omfattande lokala och regionala kabelnät. I slutet av 1960-talet fann försvaret att det inte fanns anledning att hålla isär trådnät och radiolänknät, utan att man tvärtom fick större nytta av dessa om de integrerades i ett sammanhängande telenät. FFRL övergick till att bli en del av Försvarets Telenät (FTN).

Mer information om bakgrunden till tillkomsten av FFRL/FTN finns i:

### **Bilaga 1: ”Telekommunikationer, behov och uppbyggnad”.**

Under de första decennierna användes FTN för fasta direktförbindelser mellan abonnentanläggningar. Under 1950-talet tillkom manuella proppväxlar i luftförsvarscentralerna (lfc). Under slutet av 1960-talet infördes programminnesstyrda, elektromekaniska växlar i FTN. Därmed introducerades telefonitjänsten ATL (Automatisk Teletrafik Landsomfattande) i Försvarets Telenät.

Det är om denna första datorstyrda telefonväxel i FTN som denna artikel handlar.

Mer information om utvecklingen inom försvaret, från fast uppkopplade förbindelser via manuella växlar och fram till automatisk förmedling och även turerna kring teknikval och upphandling av växeln kan läsas i:

### **Bilaga 2 ” Stelt/förmedlat nät”.**



## Innehållsförteckning

Förord.....	3
Bakgrund.....	5
Historik .....	9
Beställningar .....	10
Översiktlig beskrivning.....	11
Uppbyggnad.....	13
Datorns funktion .....	17
Programspråk.....	17
Fyra register.....	17
Styrenheten .....	17
Avbrottshantering .....	18
Datatransport .....	18
Driftsäkerhet.....	18
Driftsäkerhetshöjande åtgärder i växelkonstruktionen.....	19
In- och utmatning av data .....	19
Start av växeln .....	21
Byte av programversion.....	22
Förmedlingsenheten (FE).....	22
Allmänt .....	22
Uppbyggnad.....	22
Telefonienheten (TE).....	23
Uppbyggnad.....	23
Testsvar.....	24
Väljarna .....	24
Linjereläer.....	25
Kraftutrustning .....	25
Nätvakt.....	27
Tjänster .....	27
Stationssignalomformare SSO .....	28
Katalogsystem.....	28
Vägvalsmetoder .....	29
Regionala nätväxlar införs.....	30
AI testas och införs .....	30
Samtrafik AKE – AXT .....	30
Prototypkontroll .....	31
Leveranskontroll .....	31
Modifieringar .....	31
Fjärrövervakningsutrustning.....	32
Underhåll.....	33
Felsökningshjälpmedel .....	33
Allmänt .....	33
Centralenheten.....	34
Minnen.....	34
Kontrollenheten .....	34
Förmedlingsenheten.....	34
I/O-delen.....	35
Telefonienheten .....	35
Sporadiska fel .....	35
Utbyte med Norge.....	35

Utbildning .....	35
Personal .....	38
Drifterfarenheter .....	39
Dåliga dioder .....	39
Kärvande väljare .....	39
Miljöproblem .....	40
Växelriktaren .....	40
Vissa övervakningsfunktioner .....	41
Övervakning av stativspänningar .....	41
Natrutintest .....	41
Väljartest .....	41
Utskrifter .....	41
Episoder .....	42
Brinnande diodenhet .....	42
Utlåsta! .....	42
Uppgiven felsökning .....	42
Totalhaveri på grund av Sixten .....	43
Golvväxeln .....	43
Råttväxeln .....	43
Vattenväxeln .....	43
Bilaga 1 Telekommunikationer, behov och uppbyggnad .....	44
Bilaga 2 Stelt/förmedlat nät .....	46
Bilaga 3 AKE-129 Utvecklingsprojekt .....	48
Bilaga 4 Lathund för ASA-systemet, Bitdisposition .....	51
Bilaga 5 Styrenhetens principiella uppbyggnad .....	54
Bilaga 6 Datamaskinens organisation ur transportsynpunkt .....	55
Bilaga 7 ”Kycklingdiagram” .....	56
Bilaga 8 TOMT 856-172B (UF SAMBAND 320-000012) Innehåll .....	57
Bilaga 9 ”Mjuka tjänare” .....	58



## Historik

Telefonväxeln, som i Försvarets version fick beteckningen AKE-129, byggde på LM Ericssons civila växelgeneration AKE-12 som introducerades under 1960-talet. Den första kommersiella växeln i Televerkets nät var en förmedlingsstation i Tumba.

Försvarets version specificerades och upphandlades av Försvarets Materielverk i mitten av 1960-talet. Beställning av 10 växlar gjordes 24/10 1967. Installationen av den första växeln gjordes i en av FTN:s stamnätsanläggningar i Mellansverige under 1968 – 69. Totalt installerades sedan 15 växlar fram till 1975. Växlarna numrerades från nr 11 till 25 i stort sett enligt utbyggnadsordningen.

Utöver dessa 15 växlar fanns en utvecklingsmiljö med en växel vid LM Ericsson, först belägen i Västberga, senare flyttad till Midsommarkransen. 1980 flyttades växeln till CVA (som då blivit FFV Elektronik) i Arboga för utbildnings- och serviceändamål.

Avveckling av växlarna och infasning av nästa generations nätväxlar (AXT-121) skedde successivt under åren 1993 – 1995.

Officiellt stängdes den sista AKE-växeln vid en mindre ceremoni inom F10:s område 30 november 1994. Händelsen finns refererad i TIFF nr 1 1995. Följande två bilder är hämtade ur TIFF.



*Bild 1*



*Bild 2*

På bild 1 ses Lennart Levin Underhållsregemente Syd (UhregS) som slår ifrån spänningsmatningen till den sista växeln och därmed bryter det sista samtalet, som Överste Mats Hellstrand symboliskt har med FTN:s egen Fröken Ur, (Bild 2).

Motiven till avveckling av AKE-129 var dels att kapaciteten var för liten, dels att transmissionen digitaliserats och behovet att kunna ansluta till växlarna med högre ordningens transmission (2 Mbit/s) uppkommit. Utöver kapacitetshöjningen infördes även en del nya tjänster.

Ersättningen av AKE-129 med nästa växelgeneration AXT-121 gick till så att AXT:n inledningsvis fick samma funktionalitet som AKE:n när det gällde samtrafik mellan växlar och vägvalsfunktioner. En procedur som krävde omfattande planering för att inte påverka trafiken i nätet.

Under 1968 utsågs CVA i Arboga till huvudverkstad för AKE-129. Vid CVA arbetade som mest tre man med huvudverkstadens uppgifter, bland annat som bakre teknisk resurs. Som

sådan svarade vi för teknisk support i form av telefonkonsultationer och vid svårare fel även felsökning på plats. Så länge LME var engagerade i driftsättning av nya växlar (fram till 1975) kunde vi i komplicerade fall få support därifrån. Kompetensen vid LME försvann dock med tiden då folket splittrades på nya projekt och AKE-projektet övergavs till förmån efterföljaren AXE.

De återstående åren av växels livstid hängde växlarnas fortlevnad på att vi som sista utpost klarade alla fel! En utmaning som vi klarade med ett undantag som beskrivs i avsnitt "Uppgifven felsökning".

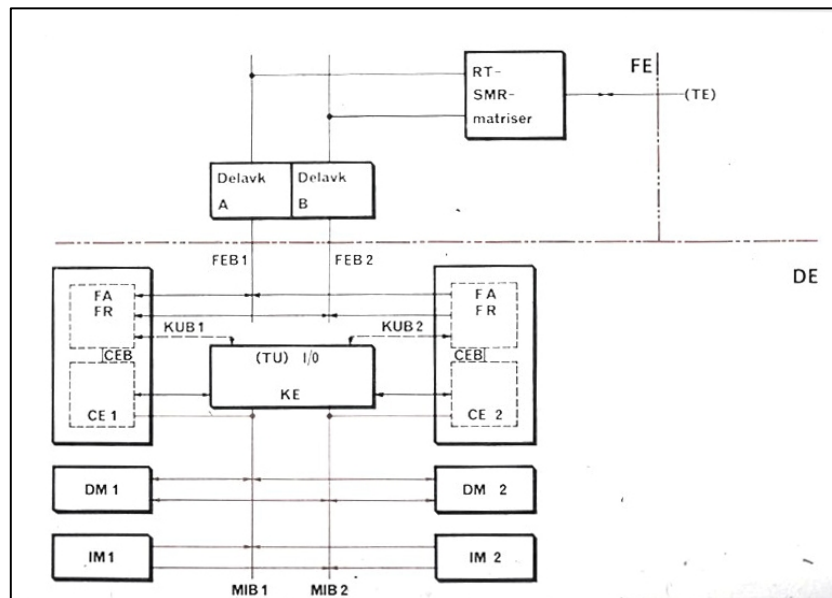
## Beställningar

Växlarna har upphandlat i flera omgångar då både hårdvaran och mjukvaran modifierats under växlarnas livstid. Här är det mest omfattande beställningarna.

- **1967-10-24** gjordes den första beställningen (INK 17-73-72575) på 10 växlar med varierande linjekapacitet och kraftförsörjning. 5 växlar beställdes för 100 linjer, 3 växlar för 200 linjer och 2 växlar för 300 linjer.  
I beställningen krävdes att växlarna skulle utföras efter ”*i tillämpliga delar FF tekn spec ELT 2446 och LME tekn spec Bok nr 18787*”  
Beställningssumman var på **11 621 700** kronor. Installation och driftsättning, som utfördes av LME, gjordes vid de två första växlarna på bok och räkning och beräknades uppgå till **380 000** kronor. För övriga växlar tillämpades fast pris efter erfarenheter från de två första växlarna. Ansvariga vid KFF var Avd.dir H Franzén och Bing R Poijes.
- **1969-06-25** gjordes nästa beställning (INK 17-73-72575 Tillägg) på två växlar inklusive fjärrövervakningsutrustning. Beställningssumman var **2 853 760** kronor.
- **1969-07-08** beställdes (INK 17-73-72575 Tillägg 2) utökning av linjekapaciteten för 9 växlar. Beställningssumman var **823 280** kronor.
- **1971-02-23** beställdes minnesutökning och införande av funktioner för tonval. Beställning FMV-F:INK 13-11324/01895. Beställningssumman var **1 431 550** kronor.
- **1971-05-25** gjordes upphandling av tre växlar (FMV-F:INK 13-11996). Beställningssumman var **5 213 265** kronor.
- **1974-06-19** gjordes beställning av minnessatser (F:K 83543-73-083-001). Beställningssumman var **1 530 000** kronor.
- **1975-05-30** gjordes beställning av utökade signaleringsfunktioner, trafikmättningsfunktioner, utrustning för tonknappval, införande av stationsprovutrustning (SPR II) och utökning av linjekapaciteten vid 11 växlar. I denna beställning ingick även en dator DEC PDP 11/35 med operativsystem RT-11, utveckling av program för kataloghantering och utbildning på katalogdatorn. Beställningssumman var **2 637 630** kronor.

## Översiktlig beskrivning

Växeln bestod av fyra huvuddelar, datornheten (DE), förmedlingsenheten (FE), telefonenheten (TE) och strömförsörjning.



**Bild 3** Blockschema Datornheten, DE och Förmedlingsenheten, FE

**Datornheten (DE)** bestod av 8 stativ, två Centralenheter (**CE1** och **CE2**), två Instruktionsminnen (**IM1** och **IM2**), två Dataminnen (**DM1** och **DM2**). Dessa enheter bildade två identiskt lika datorer som arbetade i synkron parallelldrift. Utöver detta fanns ett stativ med en kontrollenhet (**KE**) och ett stativ med kontrollpaneler och kretsar för in- och utmatning av data

Totalt bestod datorn av c:a 3 000 kretskort och 10 minnesmoduler.

*Kretskorten* var uppbyggda av TTL-kretsar med diskreta komponenter som dioder och transistorer. Drivspänningarna till kretskorten var + 8V och - 8V.

*Minnesmodulerna* bestod av ferritkärnor och diodlogik. Kapaciteten för en minnesmodul var 16 384 st. 18-bitarsord (varav två kontrollbitar) som *hexadecimalt* adresserades från 0000 till 3FFF.

**En dator** bestod alltså av en *centralenhet (CE)*, ett *instruktionsminne (IM)* med tre minnesmoduler med kapaciteten 49 152 ord (adresserade 0000 - BFFF) och ett *dataminne (DM)* med två minnesmoduler på 32 768 ord (adresserade 0000 - 7FFF).

I instruktionsminnet lagrades arbetsprogrammet och i dataminnet lagrades alla abonnent- och nätdata.

Klockfrekvensen var 5 MHz och en minnescykel tog 6 - 6,8 $\mu$ s.

**Kontrollenheten (KE)** innehöll kretsar för jämförelsekontroll av minnesbussarna. En avvikelse mellan resultatet i de två datorerna föranledde ett antal åtgärder som beskrivs längre fram.

**Förmedlingsenheten (FE)** var länken mellan den snabbare datordelen och den långsammare telefonidelen som bestod av reläer och väljare. Förmedlingsenheten bestod av två stativ, ett stativ (**SMR**) med adresserbara, snabba reläer (reedreläer), ett för varje manöver som skulle göras i telefonienheten och ett stativ för avläsning av tillstånd i telefonienheten (**RT**).

**Telefonienheten (TE)** bestod av kodväljare, en väljartyp med en sinnrik konstruktion där man kunde ställa ut en väljare i 1 av 42 möjliga kombinationer genom en uppsättning av kodband som manövrerades med kodreläer.

I telefonienheten fanns förutom väljare även organ för mottagning av signaler från abonnenter som anrop, fingerskivpulser och/eller tonval och signaleringsutrustning för kommunikation med andra växlar. Linjerna anslöts till växeln i ett 6-trådigt analogt gränssnitt.

Max 400 sextrådiga linjer kunde anslutas till växeln i valfri kombination av abonnentlinjer och trunklinjer (linjer mot andra växlar). Växeln fungerade alltså både som *abbonentväxel* och *förmedlingsväxel* i nätet. Växeln var spärrningsfri vilket innebär att 200 linjer kunde kopplas mot 200 linjer i valfri kombination.

**Strömförsörjningen** fanns i olika utförande och bestod av en växelriktare för omvandling av anläggningens avbrottsfria likspänning (220V, eller i vissa anläggningar 48V) till 380V 3-fas växelspänning som drev stativkraftaggregat och en växelriktare för laddning av växelns egna 48V reservbatterier.

Totalt omfattade en fullt utbyggd växel 25 stativ varav 8 i datordelen, 2 i förmedlingsenheten, 12 i telefonidelen, ett mellankopplingsstativ, en likriktare och en växelriktare. Utöver detta tillkom inkopplingsenheten (MK-OK) som var placerad i radiolänkrummet.

Växeln upptog ett golvutrymme på c:a 40 m<sup>2</sup>. Vid vissa äldre anläggningstyper byggdes en särskild bunker för växeln. Anläggningar av senare slag hade ett rum förberett för växeln. För att undvika störningar som kunde uppstå på grund av statisk elektricitet infördes dels befuktning i växelrummet, dels lades en antistatmatta på golvet.

## Uppbyggnad



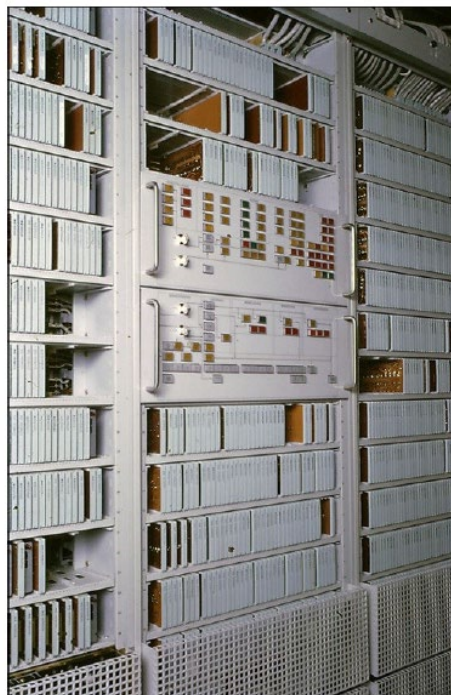
***Bild 4. Datordelens åtta stativ.***

Bild 4 visar datordelens åtta stativ. Närmast ses Instruktionsminne 2 (IM2), sedan Dataminne 2 (DM2), Centralenhet 2 (CE2), I/O med kontrollpanel, kontrollenhet (KE), CE1, DM1 och längst bort IM1.

Instruktionsminnena är bestyckade med tre minnesmoduler medan dataminnena har två minnesmoduler. Stativkraftaggregaten för instruktionsminnena sitter i dataminnesstativet.

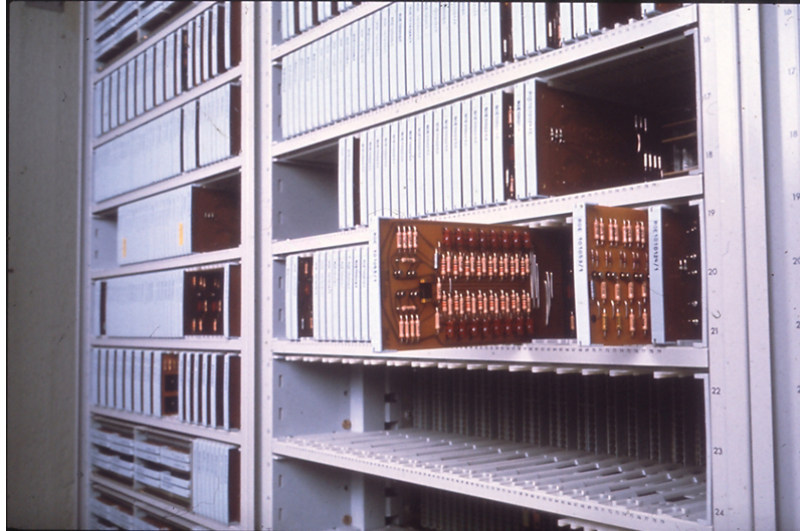
I bakre raden skymtar SMR-stativet. I förgrunden syns IBM-skrivmaskinen.

Bilden är tagen vid växeln med nummer 11 som var den först installerade och där större delen av prototypkontrollerna ägde rum. Operatören är Stig "Sjöman" Olsson.



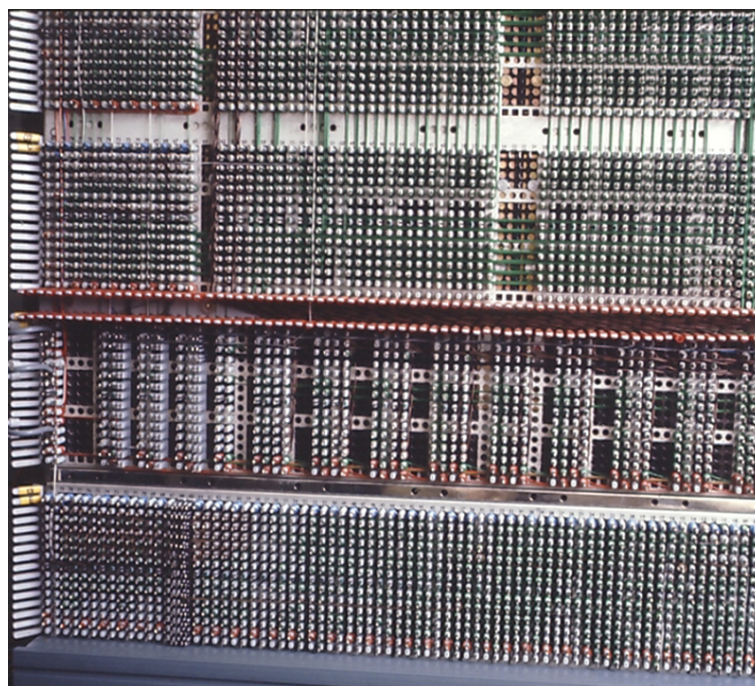
***Bild 5. Kontrollpanelerna för datordelen (överst) och IO-organen (underst).***

Lampindikeringarna på kontrollpanelerna som syns på bild 5 visar aktuell driftstatus på datorerna. Med knappfunktioner kan man utföra vissa val och även sköta uppstartsproceduren. På bilden syns de behörighetsnycklar som ger tillgång till olika "kritiska" manövrar. Nycklarna ska vid drift förvaras i nyckelskåp.



**Bild 6. Detalj av korthylla i ett minne med utdragna kretskort.**

Kretskorten ansluts till stativkablaget med 32-poliga, guldpläterade kontakter. Som ett kuriosum kan nämnas att vi under alla år bara hade några enstaka kontaktfel i kortkontaktarna trots ungefär 3 000 kretskort i 15 växlar under drygt 20 år! Bra gjort Ericsson!

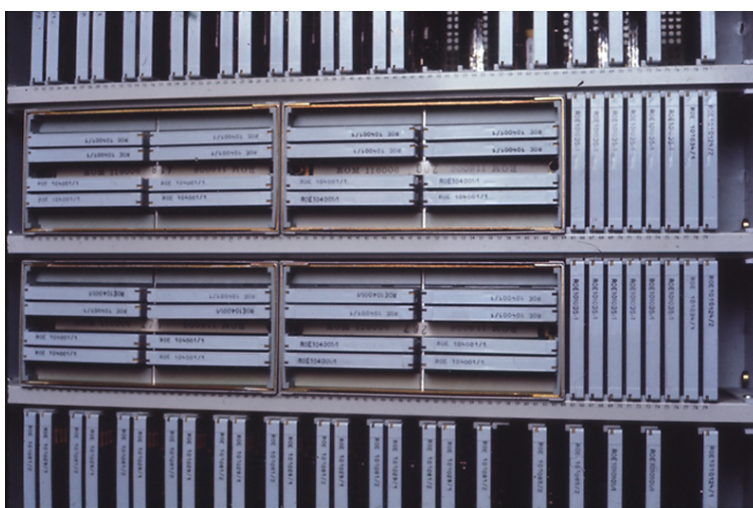


**Bild 7. Förbindningssidan i en funktionsenhet**

För förbindning mellan kortkontaktarna användes en ny metod. Man använde en nylonisolerad tråd som virades ett antal varv runt anslutningsstiftet och vidare till nästa stift i

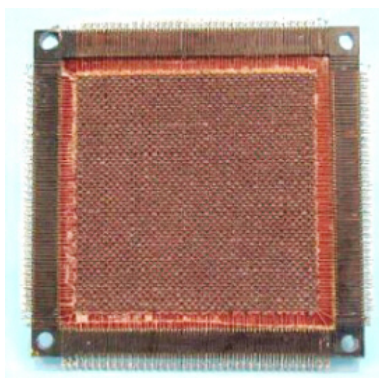
en obruten bana. Efter virningen löddes anslutningsstiften utan att tråden avisolerats. Genom att använda en lödkolv med hög effekt smälte isoleringen varefter lodet fäste mot tråden och lödstiftet. Metoden var tidigare inte använd inom Försvaret och ställde till mycket huvudbry och diskussioner. Metoden överensstämde inte med de lödnormer som då tillämpades inom Försvaret. Speciellt hade man svårt att acceptera utseendet på lödningen med rester av isoleringen inuti och utanpå lödstället. Efter noggranna undersökningar med uppsågning av gjorda lödningar godkändes så småningom metoden om än med viss tvekan. Nisse Pettersson, CVA var en nyckelperson vid dessa diskussioner.

Förbindningen dokumenterades i datalistor (sylistor) som angav lödpunkterna i ett speciellt system av koordinater, anpassade till produktionen, men som ställde till mycket huvudbry för servicepersonalen. Systemet stämde nämligen inte överens med de beteckningar som användes i kretsschemana utan måste ”översättas”.

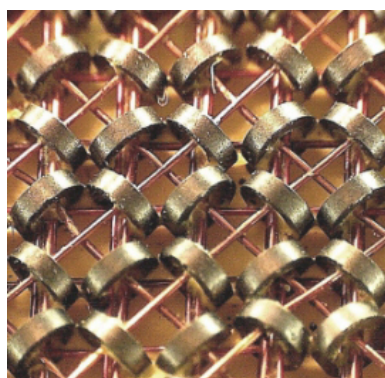


**Bild 8. En minnesmodul bestående av fyra minnessatser och tillhörande kretskort.**

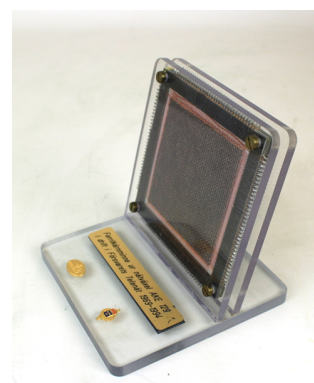
En minnesmodul var uppbyggd kring minneselementen som bestod av ferritkärnor. Genom att leda ström genom utpekad kärna kunde den fås att ändra sitt magnetiska tillstånd. Tillståndet kunde sedan avläsas. Eftersom det handlar om små strömförändringar ställdes stora krav på spännings- och strömalstring. För detta fanns särskilda strömgeneratorer och en avkänningsförstärkare och ett inhiberingskort för varje minnesbit.



**Bild 9. Ferritkärnminne**



**Detalj**



**Minnesplatta.**

En sådan ram till vänster i bilden ovan består av  $64 \times 64 = 4\,096$  toroidformade ferritkärnor. Ramen är  $11 \times 11$  cm. Varje ferritkärna är ca: a 1 mm i diameter. Genom varje kärna går fyra trådar som framgår av detaljbilden i mitten. Två trådar för utpekning av x- och y-koordinater, en för avläsning och en för inhibering av skrivning. Ett fantastiskt syarbete!  
18 sådana ramar staplas på varandra och bildar en minnesenhet om 4 096 st. 18-bitarsord.

Fyra sådana minnesenheter monteras ihop och bildar en minnesmodul om 16 384 st. 18-bitarsord. (Kallas för 16 kord, kiloord). Dataminnets bestod efter utbyggnad i flera omgångar av två minnesmoduler (32 kord) och instruktionsminnet av tre moduler (48 kord). Med dagens mått en synnerligen blygsam minneskapacitet då man idag kan köpa en mobiltelefon med 1 TB (=1 000 GB) minne!  
Ferritkärnminnet behöll sitt minnesinnehåll vid strömavbrott.

Som ett kuriosum kan nämnas att då växlarna avvecklades lät FMV tillverka ett antal minnesplattor bestående av en minnesram med en kort text. Minnesplattorna tilldelades all personal, lokalt och centralt som aktivt deltagit i underhållet av växeln, en uppskattad gåva!



*Bild 10. Den mobila testutrustningen.*

Avancerad felsökning utfördes med hjälp av en mobil testutrustning som fanns i fyra exemplar i landet, strategiskt utplacerade med två i Norrland, en i Sydsverige och en i Mellansverige (CVA). Utrustningen fraktades vid behov till aktuell anläggning och kopplades in mot datorerna. Utrustningen bestod av sex lådor som ställdes upp som på bilden (en låda för kablar syns inte). Den översta lådan innehåller kretskort. Med testutrustningen



kunde programmet stoppas i felaktig maskinhalva och stegas framåt i instruktionernas minsta beståndsdel och resultaten studeras som registerinnehåll mm. Hanterandet krävde omfattande kunskaper om programstruktur och instruktionernas uppbyggnad för att spåra felaktigheter. Montering av testutrustningen tog c:a två timmar för två man.

## Datorns funktion

### Programspråk

Programspråket som användes i AKE kallades ASA och var ett maskinorienterat lågnivåspråk. Instruktionsformatet för en transportinstruktion såg ut så här:

### MMR Ry, Rx/PV, A, C

Vilket utläses:

*”Till de A minst signifikanta tecknen i register Ry transporteras A tecken ur det av register Rx adresserade minnesordet. Teckenadress enligt PV. Skrivs CL nollställs övriga tecken i Ry. Skrivs NC lämnas de oförändrade”.*

En sådan transportinstruktion tog 6 – 6,8 $\mu$ s att utföra beroende på innehållet.

### Fyra register

Fyra register (RA, RB, RC och RD) och c:a 85 instruktioner fanns till programmerarens förfogande. Utöver detta fanns tillgång till ett antal mikroinstruktioner för att underlätta t.ex. in- och utmatning till I/O-organen.

Instruktionerna bildade ett unikt 16-bitarsord som avkodades i ett omfattande kombinatoriskt nät av dioder och transistorer till styrledare, klockade med en minsta puls på 0,2 $\mu$ s.

Förekommande instruktioner och deras avkodning framgår av:

***Bilaga 4: ”Lathund för ASA-systemet, Bitdisposition”***

**Lars Lindén**, som jobbade som programmerare för AKE-129 har bidragit med en berättelse om hur han upplevde den perioden.

Läs hans bidrag i ***Bilaga 3***.

### Styrenheten

I *styrenheten* i centralenheten avkodades instruktionerna och grindades med klockpulser från 5 MHz-klockan och en lägesräknare till *styrledare* i ett mikroprogramnät.

Styrledarna öppnade och stängde grindar för transport av data mellan de olika destinationerna.

Styrenheten innehöll en 25,6 kHz-klocka och kretsar för generering av brytsignaler för de olika prioritetsnivåerna.

***Styrenhetens principiella uppbyggnad framgår av Bilaga 5.***

Den här delen av datorn är den som krävt den mest avancerade ingenjörskonsten vid konstruktionen enligt mitt förmenande. Det var också här de mest svårlokaliserade felen uppträdde. Listiga hjälpmedel fanns dock för detta. Mer om detta längre fram i artikeln.

## Avbrottshantering

Stationsarbetet var uppdelat på tre prioritetsnivåer, A, B och C. Var 10:e ms avbröts arbetet på de lägre nivåerna B eller C av en klockbrytsignal och hopp gjordes till A-nivå. På A-nivå avverkades tidskritiska åtgärder som avkänning av tillståndsförändringar i telefonidelen. Hopp till A-nivå innebar undanlagring av data från logikdelen och minnesadresser. Vid nivå-sänkning återtransporterades data och minnesadress och programmet fortsatte i den punkt där det avbrutits.

Felsignal från någon enhet bröt allt pågående arbete och hopp till felnivån (F-nivån) gjordes under max 10 ms.

Datordelens kontakt med telefonidelen skedde genom att relätillstånd avlästes i förmedlingsenheten genom avkänning av alla relevanta tillstånd var 10:e ms. Eventuella förändringar tolkades och beslut fattades om åtgärder.

En förändring av ett tillstånd kunde betyda att en abonnent lyft på luren. Åtgärden blev då att skicka en order via förmedlingsenheten att koppla en tonsändare mot abonnenten för att ge kopplingston.

## Datatransport

*Ett blockschema som visar transportvägarna för data finns i Bilaga 6.*

Blockschemat visar en datorhalva. Här visas transportvägarna mellan centralenheten, minnen och FE.

Grundläggande delar i centralenheten är adress- och resultatregister till och från FE (FA, FR, transportregistret (TR) för data till och från data- och instruktionsminnena (DM resp. IM), programregistren (RA, RB, RC och RD), logikenheten (LA), operationsregistret (OR) och styrenheten (SE) där avkodning av styrledare sker.

## Driftsäkerhet

Höga driftsäkerhetskrav ställs traditionellt på telefonväxlar. Vid tiden för AKE-familjens tillkomst gällde allmänt att en telefonväxels livstid beräknades till 40 år. En siffra som LME framförde tidigt var att under dessa år skulle växeln inte stå stilla mer än 2 timmar! Detta förutsatte dock en helt annan driftmiljö än vad som gällde inom försvaret.

Många försök att formulera kraven på AKE-129 i den miljö som den arbetade i gjordes. Den formulering som till slut hamnade i "Underhållsplan AKE-129" löd:

***"Varje AKE-129 ska ha en operativ tillgänglighet på minst 99,5 % per dygn för 99 % av årets dygn."***

Målsättningen kan verka låg men skrevs med hänsyn till tillgång till reservdelar, avsaknad av jourverksamhet, långa resvägar mm. Många uppföljningar av verklig tillgänglighet gjordes under årens lopp. Svårigheter med att följa upp driftstoppens längd var påtagliga och byggde mycket på driftpersonalens vilja att skriftligt rapportera alla driftstopp och längden på dessa.

Man ska komma ihåg att möjligheten att koppla fram ett samtal mellan två viktiga abonnenter i nätet inte hängde på en enskild växel. Genom att skapa ett maskformigt nät, bra vägvalsfunktioner och genom att ansluta viktiga abonnenter till flera växlar fick man en hög "uppkopplingsannolikhet" vilket var viktigare än den enskilda växelns driftsäkerhet.

## Driftsäkerhetshöjande åtgärder i växelkonstruktionen

För att uppnå så hög driftsäkerhet som möjligt fanns två identiska datorer som arbetade synkron-parallellt. Principen innebar inte bara att datorerna styrdes med samma klockfrekvens utan att de gick synkront på mikroinstruktionsnivå.

I **kontrollenheten (KE)** fanns kretsar för jämförelsekontroll av minnesbussarna. En avvikelse mellan resultatet i de två datorerna (jämförelselarm, JFL) ledde till ett antal åtgärder från KE, nämligen:

- Båda datorerna genomgick en första testsekvens, STP1 Sidutpekande TestProgram 1, som fick ta max 10ms. Testerna bestod i att ett stort antal operationer med kända resultat avverkades.
- Om fel hittades i någon av datorerna under testsekvensen reservmarkerades den och togs ur drift. Den andra datorn återgick till arbetet.
- Den felaktiga datorn fick gå igenom ett andra, längre testprogram (STP 2) för att om möjligt isolera felet till någon av enheterna CE, IM eller DM. Om detta lyckades återstartades de felfria enheterna till parallelldrift och den felaktiga enheten togs ur drift och felmarkerades. Larm sändes till larmöverföringsutrustningen.
- Om ingen sidutpekning erhöles under STP 1 fick den dator som just då var definierad som reserv gå igenom STP 2.
- Om ingen felindikation gavs i STP 2 sattes datorerna åter i reservdrift, men en skiftning gjordes så att den dator som tidigare var definierad som "Verkställande" blev nu "Reserv". Detta gjordes för att vid nästa feltillfälle kunna köra STP 2 i den nu reservmarkerade datorn om STP 1 inte heller nu gav sidutpekning.
- Om inget nytt jämförelselarm dykt upp inom en timme återgick datorerna i normaltillstånd. Felet bedömdes då som en tillfällig, intermitterant störning.
- Om ett antal nya jämförelselarm som inte gav någon felutpekning kom inom en timme, felmarkerades en av centralenheterna på chans för att få en lugnare miljö.

En fungerande dator kunde konfigureras så länge det fanns en CE, ett IM och ett DM som fungerade.

Felsökning i en felmarkerad enhet och metoder för att lokalisera intermitteranta fel beskrivs närmare i avsnittet "Felsökningshjälpmedel".

## In- och utmatning av data

För operatörens kommunikation med datorn användes från början en skrivmaskin av typ IBM 731 med roterande skrivkula. Skrivmaskinen byttes på grund av underhållsproblem senare ut mot en Siemens PT-80. För omvandling av gränssnittet mellan datorn och det nya V24-gränssnittet konstruerade LME en omvandlare som monterades i närheten av skrivmaskinen. Från skrivmaskinen gavs kommandon i form av fyrställiga kommandoord följda av ett antal variabler som avslutades med punkt. Några exempel:

**UTDS 730,16.** Betyder "Skriv ut 16 ord ur dataminnet (DS) med början på adressen 0730".

**TFLT A,2002,1.** Betyder "Starta test av trunkvia nr A genom att ringa testnummer 2002. Stoppa testen om fel påträffas".

**RHIK 41.** Betyder ”Starta inläsning av katalogremsa med nummer 41”. Remsa 41 ska då ligga klar i remsläsaren.

**INPS 02FF,2000.** Betyder ”Skriv in 2000 på adressen 02FF i Instruktionsminnet”

Utmatning av data kunde ske på lägsta behörighetsnivå medan inmatning av data krävde högre behörighet. Två nivåer fanns, A och B av vilka A var den högsta. Behörigheten styrdes av vilken behörighetsnyckel som satt i manöverpanelen vid skrivmaskinen. Inmatning av data krävde alltid en verkställighet med vagnretur. A-nyckeln skulle förvaras i nyckelskåp.



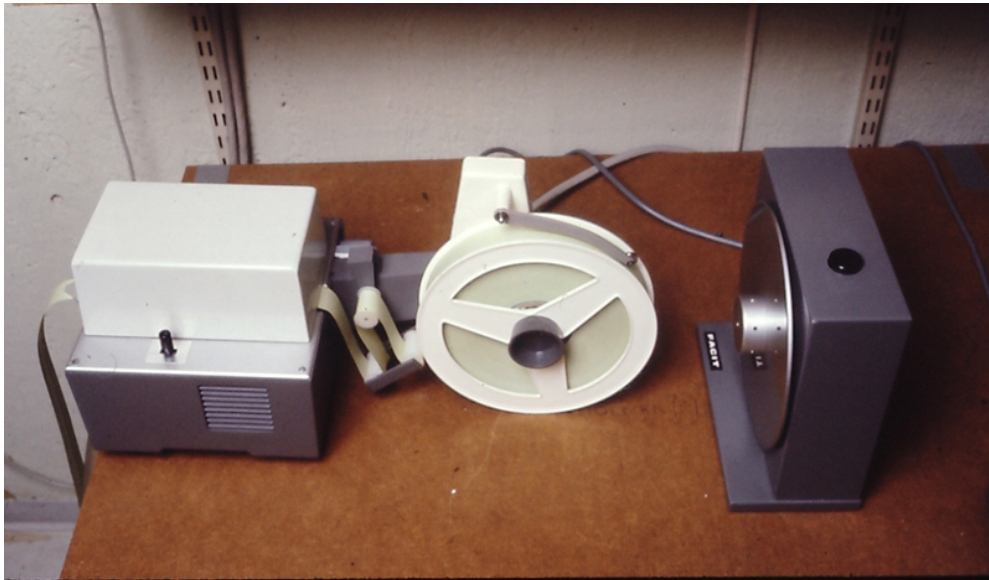
*Bild 11. Skrivmaskin IBM. Operatören är Lars Hansson SRA*

Program och data producerades på hålremsor. Programmen och fasta data levererades från LM Ericsson medan data om abonnenter och nät (som var hemliga) producerades i början av SRA, sedan av Telub och slutligen av RAB i Örebro. Program av underhållskaraktär levererades från huvudverkstaden CVA.

För inläsning av program och data i växeln användes en remsläsare Facit PE1000. Förändringar som gjorts i katalogdata genom inmatning från skrivmaskinen kunde stansas ut på remstansen Facit PE1500 för inläsning senare.



*Bild 12. Remsläsare Facit PE1000 och elektronikenhet till Remsstans PE1500.*



*Bild 13. Remsstans Facit PE1500 och Remsspolare.*

Anpassning mellan datorn och IO-organen gjordes i en anpassningslogik som var placerad i samma stativ som lamppanelerna. Se bild 5.

### **Start av växeln**

Start av växeln från stillastående kräver någon form av ”bootning” av systemet. I AKE var detta löst med kretsar i IO-delen som genererade en laddningsekvens, bestående av stegningsinstruktioner till remsläsaren och adressinstruktioner till inläst data. De första metrarna på remsan innehöll först det program som då det lästs in tog över den hårdvarumässiga styrningen av laddningen.

Fel i laddningssekvenskedjan var förödande om detta inte upptäcktes förrän växeln behövde laddas på nytt efter till exempel ett totalhaveri. För att eliminera den risken ingick en test av laddningssekvensen i månadstillsynen. Trots detta hände det att laddningssekvensen gick fel. Stod hela stationen då stilla så steg blodtrycket garanterat hos servicepersonalen!

Komplett laddning av stationen tog 30 – 40 minuter för en tränad person. Ett fullständigt program för datorn omfattade två fulla hålremсор. Katalogdata rymdes på en halv rulle. Var det bråttom var det stor risk för remstrassel då alla remсор spolades ner i två remskorgar i hög hastighet. Gick något snett var det bara att ta om allt från början. Många svettiga kvällstimmar har tillbringats med trilskande remsläsare och remсор!

### **Byte av programversion**

Då en helt ny programversion skulle läsas in i växlarna togs en datorhalva ur drift varpå det nya programmet, katalogdata och eventuella korrektionsremсор lästes in i den reservmarkerade datorhalvan. När alla remсор var inlästa startades reservhalvan med ett skrivmaskinskommando. Med ett tryck på kontrollpanelens knapp ”Växla” växades så reservdatorn över till att bli verkställande dator. Växlingen innebar att all data mot telefonidelen nollställdes och alla uppställda förbindelser bröts. Efter någon minut då avveckling av trafik kommit i gång tryckte man på knappen ”Återstart” varvid reservhalvan uppdaterades till samma status som den nyladdade halvan. Efter återstarten sattes datorerna i paralleldrif och uppdateringen var klar.

Samma procedur som beskrivits här gällde om stationen havererat och behövde omstartas. Skillnaden var att stressnivån hos personalen var betydligt högre!

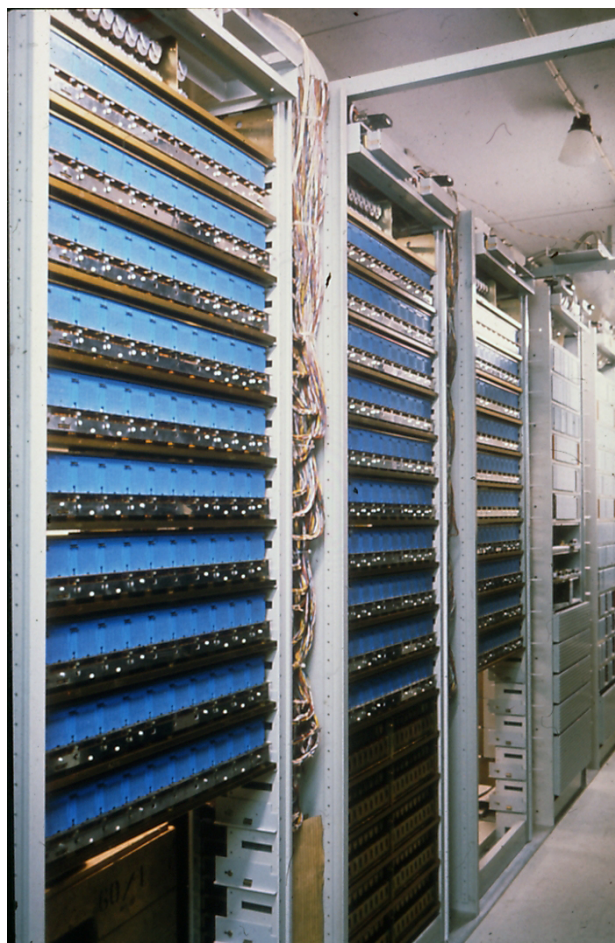
## **Förmedlingsenheten (FE)**

### **Allmänt**

Förmedlingsenheten (FE) utgjorde gränssytan mellan den långsammare, reläbaserade telefonienheten och den snabbare datordelen. I riktningen från telefonienheten till datorn påverkar alla relevanta reläers tillstånd (till/från) en testpunkt vars tillstånd avläses av datorn var 10: e ms. I andra riktningen från datorn till telefonienheten skickar datorn en etta för tillslag av ett snabbrelä (reedrelä av kvicksilvertyp) som i sin tur slår till ett konventionellt telefonrelä.

### **Uppbyggnad**

Testpunkterna för avkänning av relätillstånd bestod av ett stativ (RT) med avkodare avkänningsförstärkare och ett 1000-tal testpunkter. Snabbreläerna för manövrering av telefonireläer bestod av ett stativ (SMR) med adressmatris och ett 1000-tal reläer (SMR-reläer). Stativen syns på bild 14. Det är de två borte stativen i bilden. RT närmast och SMR längst bort.



*Bild 14. Väljarstativ (blå) och förmedlingsenhetens två stativ.*

## Telefonienheten (TE)

### Uppbyggnad

Telefonienheten (TE) fanns i fyra varianter med olika kapaciteter nämligen 100 linjer, 200 linjer, 300 linjer eller 400 linjer. Efterhand byggdes stationerna ut så att endast 300- och 400 linjers varianter fanns. Utöver väljarstativen som syns på bild 14 fanns signaleringsorgan mm. I en fullt utbyggd station bestod telefonienheten av 12 stativ. Väljarna var av typen kodväljare. De syns i bild 14. Det är de blå organen. Genom en listig kombination av väljare i GVA och GVB-steg kunde man ställa ut valfri linje mot varje annan linje. Växeln var spänningsfri, vilket är ganska unikt. Väljarkombinationerna (*gradering* på telefonispråk) beskrevs i ett s.k. ”kycklingdiagram” som många felsökare förtvivlat försökt att begripa sig på.

***Se Bilaga 7 ”Kycklingdiagram”***

Till väljarna fanns utöver linjer även signaleringsorgan anslutna. Signaleringsorganen användes för mottagning av tonvalspulser från abonnenter, för tonbesked mot abonnenter, för signalering mot andra AKE-växlar och mot abonnentväxlar.

Gränssnittet mot transmissionen var 6-trådigt. Två trådar användes för tal i ena riktningen och två trådar för tal i andra riktningen. En tråd användes för signalering mot

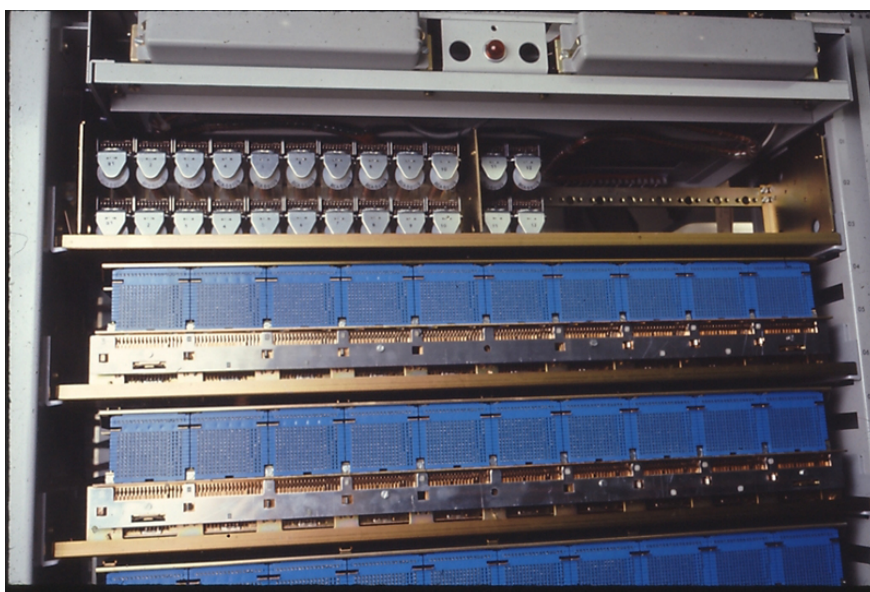
transmissionsutrustningen (s-tråden) och en för mottagning av signalering (m-tråden). Signaleringen gjordes i form av pulser av olika längd. Ett anrop från en abonnent var till exempel en puls på 40 ms på mottagartråden som besvarades med ett kvitto på 40 ms på sändartråden. Därefter kopplades en tonsändare upp för sändning av kopplingston mot abonnenten och man väntade på siffersändning från abonnenten. Andra signalsekvenser betydde nedkoppling, ringsignal etc. På trunkledningarna mellan växlar användes linjesignaler för anrop, nedkoppling, prioritet mm.

### Testsvar

Varje station var försedd med s.k. ”Testsvar” med egna abonnentnummer. Vid uppringning av numret slingkopplades inkommande och utgående talpar. En speciell enhet SPR, Stationsprovutrustning, kunde då beordras att sända en testton och detektera mottagningen och på det viset testa uppkopplingen lokalt eller mot andra växlar.

Testsvaren användes för olika typer av uppföljning av framkomligheten i nätet.

### Väljarna



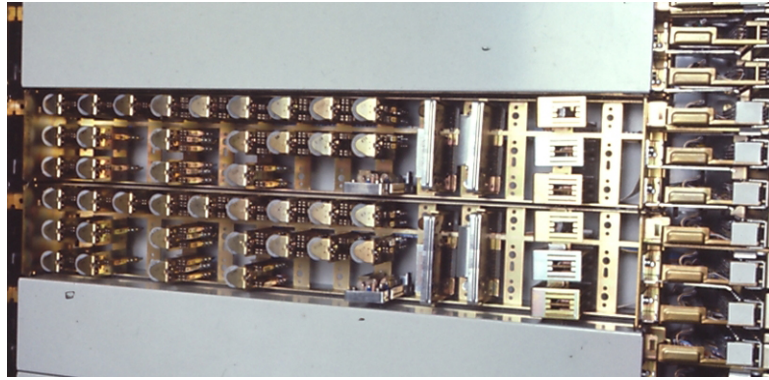
*Bild 15. Detalj av väljarstativ. Framsidan.*

Överst på bild 15 syns väljarinkopplingsreläerna (VIR) som pekar ut vilken av 10 väljare i stativet som ska manövreras. De blå enheterna är själva kodväljaren. En väljare har 10 bryggor för anslutning av 10 linjer. I vår version genomkopplade man förbindelserna 4-trådigt vilket innebar att bryggan kunde ställas ut i 42 olika kombinationer genom ett val av 14 individer och 3 våningar. Utpekningen gjordes genom att manövrera kombinationer av kodbandsmagneter som ställde ut kodband så att rätt individ och våning påverkades då en bryggmagnet slogs till.

Längst ner ligger kodbandskassetten som innehåller sex kodband som när de påverkas i olika kombinationer pekar ut väljarens utställning. När kodbanden ställts ut slår bryggmagneten till och kontaktarna påverkas. Utställningen står sedan kvar i strömlöst tillstånd. Återställning sker genom att bryggmagneten slås till utan någon kodbandsutställning.

Anslutningen till väljarna gjordes med speciella kontakter som trädde på långa anslutningsstift. Kontakterna var inte helt lätta att återställa efter demontering.





*Bild 16. Reläsatser VMR med avtagen kåpa.*

VMR-reläsatsernas funktion var att manövrera kodväljarnas utställning. (VMR = väljarmanöverreläsats).

### **Linjereläer**



*Bild 17. Linjereläer (LMR).*

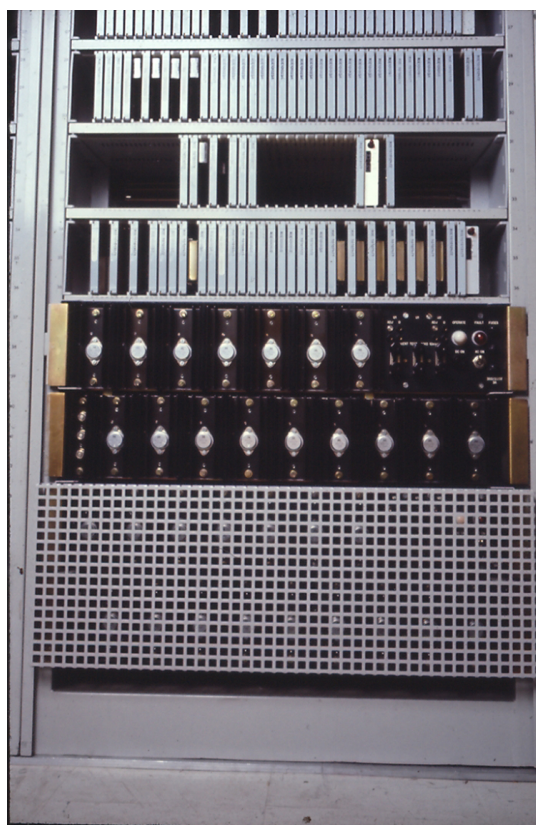
Anslutna ledningars sändnings- och mottagningstråd anslöts till ett Linjerelä, LMR. Reläet för mottagning av inkommande linjepulser är konventionella telefonreläer som är något tröga i tillslag. Detta för att bli okänsliga för korta intermittenta störningar som kan förekomma i signaleringskanalen i äldre radiolänkar. Sändarreläet är av kvicksilvertyp.

### **Kraftutrustning**

Den avbrottsfria kraften som drev växeln var antingen =48V eller =220V beroende på hur anläggningens reservkraft såg ut. Med den avbrottsfria likspänningen drevs en **växelriktare** som gav 380V till **stativkraftaggregaten** i elektronikstaven och **likriktaren**. Matningen till dubblerade stativ (CE, IM och DM) gjordes med odubblerade stativkraftaggregat medan odubblerade stativ (KE, IO och FE) matades med dubblerade aggregat. Stativkraftaggregaten gav spänningarna -8V och +8V. I minnena och telefonidelen fanns också +24V och i SMR även +18V. +48V till telefonidelen matades direkt från likriktaren.



*Bild 18. Växelriktare (närmast) och likriktare.*



*Bild 19. Två stativkrafttaggregat i FE. Det nedre försett med skyddsgaller*

## Nätvakt

För att hantera eventuella avbrott på 380V fanns en **nätvakt**. Nätvakten innehöll elektronik som kände av om någon fasspänning sjönk. Om så var fallet skickades snabbt ett nätvaktslarm (NVL) till kontrollenheten som då beordrade datorerna att avverka en undanlagringssekvens som innebar att data som var under behandling återlagrades till minnena. Man utnyttjade den energi som fanns lagrad i kondensatorer mm i stativkraftaggregaten. Då spänningen återkom och var stabil under en minut slogs stativkraftaggregaten till i en bestämd ordning och datorerna startades under kontrollerade former. En sådan start kallades programavvecklingslarm (PAL) och innebar en fullständig återställning av alla väljare och nedkoppling av alla samtal. Ett ljud som alla AKE-are kände igen och som normalt innebar att växeln kom igång snyggt och prydligt efter någon minut!

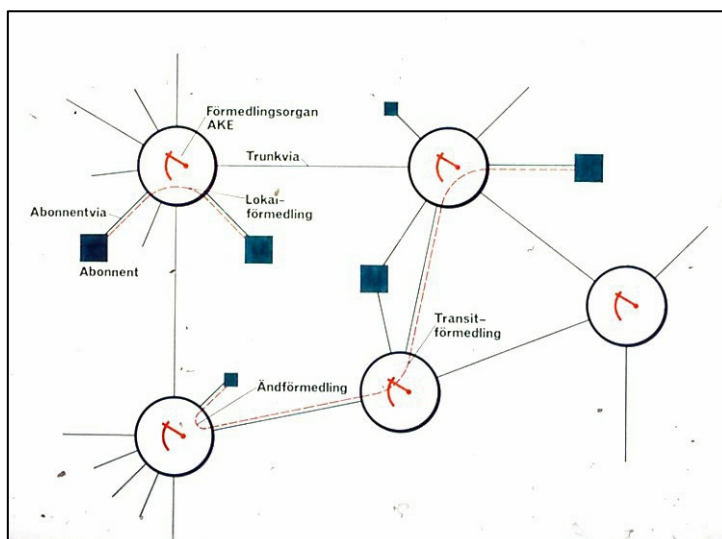
För att inte förorsaka obehöriga nätvaktslarm var alla kretsar tripplerade för varje fas och ett larm utlöstes enbart om två av tre kretsar larmade, så kallat majoritetsval.

För kontroll av att alla spänningar från stativkraftaggregaten låg inom tillåtna gränser gjordes en gång i minuten en spänningskontroll. Den gick till så att en spänning i taget kopplades in mot mätkretsar i KE via ett nät av reedreläer.

För att kontrollera att den dubblerade matningen av odubblerade stativ fanns en rutin som varje natt gick igenom en s.k. **natrutin** vilken innebar att matningen från de dubblerade aggregaten fungerade. Båda dessa kontroller av stativkraft modifierades under åren då de gav allt för många biverkningar. Mätintervallen för spänningsmätning utökades och natrutinen kördes på kommando i samband med tillsyn. Till- och frånslag av aggregaten gav ofta störningar som kunde störa trafiken.

## Tjänster

I och med införandet av AKE-129 infördes tjänsten ”Automatisk Teletrafik i FTN”, ATL. ATL erbjöd ett antal nya telefonitjänster i Försvarets Telenät.



*Bild 20 Principbild, ATL*

Tjänsterna kan delas in i **nättjänster och abonnenttjänster**.

Bland **nättjänsterna** kan nämnas:

- Snabb uppkoppling (efter dåtida mått). Lokal uppkoppling tog 200 ms räknat från att sista siffran mottagits tills att påringsignal skickas till motabbonnten. En uppkoppling som passerade maximalt antal växlar kunde ta typiskt 6-7 s.
- Skadetåligt vägval genom nätet. Vägvalmetoden med ett succesivt vägval av kortaste väg och med omvalsfunktioner var specialdesignat för FTN för att klara svåra nätskador. Se vidare nedan.
- Prioriterad trafik tilldelades större nätresurser än annan trafik. Val av prioritet med försiffran 1.

För signaleringen mellan växlarna (för vägval, uppkoppling, nerkoppling mm) användes tvångsstyrd MFC-signalering (MFC = Multi Frequency Code). Femton olika signaler i fram- och bakriktningen åstadkoms genom att kombinera två av sex tillgängliga frekvenser inom talbandet. (1380, 1500, 1620, 1740, 1860 och 1980 Hz).

Tvångsstyrningen innebar att en framsignal sändes tills en backsignal mottogs. Signalschemat avvek från det av CCITT standardiserade främst på grund av det unika steg-för-steg vägvalet.

Bland **abbonenttjänsterna** kan nämnas:

- Geografiskt obunden numrering av abonnenter. Nummerserien 2000 – 4999.
- Kortnummer bestående av två siffror till vissa tjänster.
- Koppling utan val, hot-line.
- Slutna abonnentgrupper (10 st.) Bestod av ”nyckel” och ”nyckelhål”.
- Direktval i anslutna abonnentväxlar.
- Dolt direktval. Innebär att abonnenten kopplas direkt till förutbestämd anknytning i ansluten abonnentväxel.
- Flernumrering av en abonnent.

## Stationssignalomformare SSO

För anslutning av olika abonnenttyper som vanliga telefoner, abonnentväxlar m.m. togs det fram flera olika typer av anpassningsutrustningar med olika gränssnitt, stationssignalomformare (SSO). Dessa monterades hos abonnenten och omvandlade det 6-trådiga gränssnittet mot nätväxeln till ett gränssnitt anpassat till abonnentutrustningen.

Till exempel användes för anslutning av en vanlig telefonapparat en SSO med beteckningen DR-AT/Ö. En sådan SSO översatte i ena riktningen linjesignaler i form av kodade pulser till ringsignaler och gav strömmatning till telefonen. I andra riktningen översattes klyksignaler och fingerskivpulser till kodade linjesignaler.

Inledningsvis var dessa SSO av relätyp. De ersattes senare av ”Elektronik-SSO” av fabrikat LME och programmerbara ”Uni-SSO” av fabrikat SATT.

## Katalogsystem

Produktion av katalogdata, alltså data om anslutna abonnenter och nätkonfigurationen, förändrades mycket under åren. Från början då antalet växlar och abonnenter var lågt kunde produktionen ske helt manuellt. Knut Halling FMV hade ett kortsystem över abonnenterna och höll ordning på nätet. Listor över ändringar levererade Halling till SRA (Dick Bjurhäll

och Lars Hansson) som producerade inläsningsbara hålransor vid någon närbelägen växel. Det gick så till att den ena datorhalvan togs ur drift, startades och fick tillfälligt byta identitet. Den gamla katalogen lästes in och ändringar gjordes via skrivmaskin varefter den ändrade katalogen stansades ut på remsstansen. Växeln återstartades sedan till normal drift. Den färdiga remsan sändes per post (hemlig) till respektive underhållsinstans för inläsning i rätt växel.

Förfarandet blev alltför tungarbetat då antalet växlar växte och datoriserades därför. Först skedde det i en PDP 11/35-dator med program framtagna av Telub. Senare flyttades produktionen till RAB och samordnades med FUN-produktionen. Systemet fick då namnet KATSY (Katalogsystem).

En stor förändring av katalogsystemet gjordes då regionala växlar (ETSS) infördes i samma katalogsystem som AKE. Systemet kunde då från en gemensam databas generera hålransor till såväl AKE som ETSS. Systemet byggdes senare ut för att även hantera AKE:s efterföljare AXT 121.

Konstruktion av tabeller för vägval genom nätet beskrivs närmare nedan.

## Vägvalsmetoder

De vägvalsmetoder som specificerades för AKE-129 var mycket speciella. Avsikten var att hitta en metod som klarade omfattande skador i nätet och stora snedbelastningar. Kortfattat fungerade det så här:

- I varje växel fanns för varje abonnentnummer uppgift om i vilka växlar abonnenten var ansluten. Det kunde vara upp till fyra alternativ som då graderades utifrån bästa – sämsta val. Systemet medgav en geografisk obunden numrering av abonnenter.
- Varje växel gjorde eget vägval mot destinationsväxeln enligt ett i förväg uppgjort schema där möjliga val av trunkvior (förbindelser mellan växlar) graderats i lämplighetsklasser 1A, 1B, 2 eller 3 utifrån antalet transitväxlar till destinationsväxeln.
- Klass 1A och 1B tilldelades de trunkvior som ledde *ett växelhopp* närmare målet. Fanns det flera vior inom klass 1 så sattes 1A på den via som bedömdes ha bästa transmissionskvaliteten.
- Klass 2 tilldelades vior som gick till en grannväxel men som *inte närmade sig* målet vad beträffar antalet transitväxlar.
- Klass 3 sattes på vior som *avlägsnade sig* från målet. Valet tilläts bara i ursprungsväxeln.
- I ursprungsväxeln tilläts viaval inom alla klasser.
- I transitväxlar tilläts val av vior inom klass 1 och 2.
- Gjorda vägval rapporterades bakåt till ursprungsväxeln som godkände eller underkände valet. Valet signalerades med MFC-signalering.
- Efter ett val av klass 2 i en transitväxel krävdes minst två klass 1-val innan klass 2 godkändes igen.
- Om valet som gjorts i en transitväxel underkändes av ursprungsväxeln gjordes en *backning* till närmast föregående växel som gjorde ett omval.

- Om ingen godkänd kombination fanns backades samtalet tillbaka till ursprungsväxeln som gjorde ett nytt försök annan väg. Om ingen framkomlig väg hittades inom 10s gavs spärtrton till abonnenten.

Reglerna kan sammanfattas i denna tabell över tillåtna val:

Ursprungsväxeln väljer klass	Transitväxel 1 väljer klass	Transitväxel 2 väljer klass	Transitväxel 3 väljer klass
1	2	1	Måste vara 1
2	1	1	Får vara 2
2	2	1	Måste vara 1
3	Måste vara 1	Måste vara 1	Måste vara 1

Reglerna medgav ett skadetåligt vägval utan risk för loopar.

Vägvalsmetoderna krävde en omfattande och kunskapskrävande administration av vägvalstabeller som initialt utfördes manuellt vid CVA. Tabellerna togs fram utifrån gällande nätbild och vägvalsregler. Varje förändring av nätbild krävde konstruktion av nya vägvalstabeller. Framtagna tabeller levererades till RAB som matade in dessa tillsammans med abonnentdata i katalogsystemet KATSY för produktion av stationsdataremisor, unika för varje växel.

### Regionala nätväxlar införs

Under slutet på 1970-talet kompletterades FTN med ytterligare växlar, ETSS, som ursprungligen utvecklats för US Army. Den variant som köptes till Sverige var anpassad för civilt bruk och de ruggade komponenterna i de ursprungliga växlarna var ersatta med civilt utvecklade datorer, COTS. Exempelvis var processorerna från DEC, PDP 11-35.

Switchmatriserna var av halvledartyp.

Dessa växlar användes för att förtäta ATL genom att tjänstgöra som regionala växlar och försågs med kataloguppgifter om abonnenter inom regionen. En region kunde bestå av två, tre ETSS-växlar. Abonnenter som inte fanns inom regionen överlämnades till närmast åtkomliga AKE-växel (gränsväxel) som övertog ansvaret för vidare uppkoppling och lämnade besked om uppkopplingen bakåt till ursprungsväxeln.

I och med tillkomsten av regionala nätväxlar komplicerades konstruktionen av vägvalstabeller betydligt.

### AI testas och införs

Konstruktionen av vägvalstabeller blev i slutet av 1980-talet utsett av FMV som en lämplig kandidat för att testa det då nya påfundet med AI-system. (AI = artificiell intelligens). Ett företag i Sollentuna (Infologics) fick jobbet och utsatte undertecknad för en korseld av frågor om hur det gick till att konstruera dessa tabeller. Resultatet blev ett dataprogram som användes av RAB för framtagning av vägvalstabeller under AKE:n och ETSS:s kvarvarande livstid. I en övergångstid även för efterföljaren AXT-121.

### Samtrafik AKE – AXT

AKE-129 ersattes succesivt med nästa generations nätväxlar – AXT-121. För att hantera övergången tillämpades samma vägvalssystem och MFC-signalering i AXT-växlarna som i AKE. I ett senare skede då AKE:n fasats ut infördes GK-signalering mellan AXT-växlarna

vilket erbjöd mer automatiserade och snabbare vägval. GK-signaleringen innebar att signaleringen mellan växlarna skedde via en datakanal i stället för med den långsammare MFC-signaleringen.

## Prototypkontroll

Då LME ansåg den första växeln vara klar vidtog FMV:s prototypkontroll. Den som svarade för framtagning av de omfattande kontrollprogrammen och som höll samman kontrollerna var Bertil Nilsson vid TUAB (tidigare FMV, senare Teleplan och Telub). Från huvudverkstaden deltog Per-Olof Alex och jag själv. Prototypkontrollen skedde till en början vid växel 11 och påbörjades i november 1968. Då växel 12 var klar utökades kontrollprogrammet till att omfatta samtrafik mellan växlarna. Prototypkontrollen beräknades (av LME) vara klar till Lucia. Vi tyckte nog att det var väl optimistiskt men LME fick delvis rätt. Prototypkontrollen var verkligen klar strax före Lucia, men ett år senare, 1969! Många timmar lades på diskussioner om hur olika tjänster borde vara utformade och programmerarna blev tunnhåriga!

## Leveranskontroll

Installation och driftsättning av växlarna utfördes av LM Ericsson. Datorstativ levererades från fabrik med färdigt internkablage. Koppling mellan stativ och installation av hela telefonidelen gjordes på plats. Installation och driftsättning tog c:a sex månader. Efter att Eriksson slutfört installation och driftsättning och leveransanmält anläggningen utförde CVA tillsammans med lokal driftpersonal leveranskontroll av anläggningen enligt ett särskilt kontrollprogram.

## Modificeringar

Under växelns 25-åriga livslängd infördes många modifieringar. Ibland orsakat av krav på nya tjänster, ibland av ökade kapacitetskrav. Modifieringarna bestod i såväl hårdvaru- som programändringar. Programändringar togs först fram som programkorrektioner (korrar) till befintlig programversion i form av kortare hålremсор och när antalet remсор blev ohanterligt stort gjordes en programkompilering och en ny programversion producerades av LM Ericsson. Programversionerna betecknades LOD och en bokstav som angav versionen. LOD A var alltså den första versionen, LOD B nästa osv. Den sista programversionen hade beteckningen LOD H.

Utöver programmodifieringar förekom också produktion av katalogdata fyra gånger om året (vid RAB i Örebro) och underhållshjälpprogram (vid CVA).

Här följer en sammanfattning av större modifieringar under växelns livstid.

- Utökning av linjekapacitet. De flesta växlarna utökades till 400 linjer. Ett fåtal till 300 linjer.
- Införande av tonvalsfunktion parallellt med fingerskivsimpulsering 1975 - 1976. Innebar nya hårdvara och nya program.
- Införande av fjärrövervakningsutrustning 1976.
- Utökning av minneskapaciteten i två omgångar 1971 och 1978.
- Samtrafik med en ny generation nätväxlar (ETSS-växlar). Införandet innebar omfattande ändringar av vägvalsmetoder. AKE-växlarna bildade då den nationella nivån (S-växlar) och ETSS-växlarna den regionala (R-växlar). 1979

- Införande av nya funktioner för trafikmätning 1976
- Byte av skrivmaskin från IBM 731 till Siemens PT-80. Innebar införande av en elektronikenhet för omvandling av det mångtrådiga IBM-gränssnittet till standardiserat V24-gränssnitt.
- Införande av motioneringsprogram för att komma tillrätta med kärvande väljare.

## Fjärrövervakningsutrustning

1976 infördes en fjärrövervakningsutrustning till AKE-129. Utrustningen bestod av två delar. Dels den del som placerades ute vid växelplatsen (FÖ/VX), dels den som placerades vid driftcentralerna och huvudverkstaden (FÖC). Utrustningen anslöts till ett ATL-abonnemang varefter uppringning av valfri växel kunde ske från driftcentralerna.



*Bild 21. Författaren vid Centralutrustningen (FÖC) vid huvudverkstaden i Arboga*

Från utrustningens centralsida (FÖC) kunde avläsning av larmtillstånd, start av tester mm utföras. Centralutrustningens in- och utorgan bestod av skrivmaskin Olivetti TE 318, remläsare Facit PE1000 och remsstans Facit PE1500. För manövrering fanns en manöverpanel där upp- och nedkoppling sköttes. Transmissionshastigheten var blygsamma 1200 baud. Elektronikhyllorna som syns på bilden var modem, felkontrollenhet och anpassning mot in- och utorgan. Elektroniken bestod här av integrerade kretsar vilka blivit kommersiellt tillgängliga.

På växelsidan (FÖ/VX) anslöts utrustningens linjesida mot en linje i en annan växel. Stationssidan anslöts mot växelns remläsaringång och remsstansutgång. Omkoppling av utrustningen gjordes då växeln bemannades genom flyttning av två 60-poliga jackar, ”bekvämt” placerade under ett skrivbord! Det var viktigt att komma ihåg att koppla tillbaka



jackarna då anläggningen lämnades, annars kom inte driftcentralen åt växeln. Särskild påminnelse om detta sattes upp på dörrarna.

Automatisk uppringning av förvald driftcentral gjordes vid larm i växeln varefter en larmbild skickades för utskrift och analys. Automatsvarsfunktion i FÖC-utrustningen möjliggjorde detta.

## Underhåll

Regionala underhållspersonalen gjorde månadsvis (C1) underhåll av växeln efter föreskrift. Motivet till så täta intervall var flera.

- Växelns vitala betydelse i FTN.
- Från växeln gjordes funktionstest av såväl förbindelser mot andra växlar (trunkviatest) som mot abonnenter (abonnentledningstest).
- Kontroll av funktioner som är vitala vid störningar t.ex. uppstartsfunktionen.
- Känslig för miljöstörningar. (Kraft, befuktning mm).

Tillsynen reglerades av en föreskrift (TOMT 856 - 172) som innehöll detaljerade anvisningar om larmkontroll, olika tillståndskontroller av telefonienheten, kontroll av laddningsfunktion, utläsning och bearbetning av trafikstatistik, prov av anslutna förbindelser, batterikontroll mm. Föreskriften innehöll även en snabbversion av förfarandet vid omladdning eller uppdatering av växeln.

Resultatet av tillsynen noterades i en driftjournal som insändes till CVA för bearbetning.

### *Bilaga 8 TOMT 856 - 172 Innehållsförteckning.*

## Felsökningshjälpmedel

### Allmänt

Som beskrivits översiktligt tidigare gjordes automatiska försök att isolera ett fel till någon av funktionsdelarna i DE som då togs ur drift medan övriga enheter återstartades till parallelldrift. För felsökning fanns speciella felsökningsprogram på hålremsa som på kommando lästes in med remläsaren. Programmet bestod av ett stort antal deltester för test av olika hårdvarudelar. Deltester som gick fel sammanställdes i en ”felbild” som om man hade tur återfanns i en ”felkatalog” som pekade ut felaktigt kort eller grupp av kort som då utbyttes enligt särskilda rutiner. Felkatalogerna var resultatet av en mängd simuleringar av fel som sammanställdes till typiska felbilder.

Om ingen utpekning skedde eller alltför stor grupp av kort utpekades så började en mödosam felsökning som beskrivs närmare nedan.

Det normala förfarandet var att felsökning fram till kortbyte efter manualer gjordes av lokal driftpersonal. Nästa steg, om kortbyten misslyckades, var telefonkonsultationer med oss på huvudverkstaden CVA. Vi kunde då vägleda fortsatt felsökning, ibland med jämförande tester och mätningar i vår utbildningsväxel som alltid var i drift och uppdaterad till senaste status. Vi bistod även med felsökning på plats.

Anläggningarna var försedda med en uppsättning av de vanligaste kretskorten som utbytesenheter.

## **Centralenheten**

I centralenheten CE avverkades varje deltest genom att den felaktiga CE:n startades till parallell drift med den felfria CE:n. Eventuella jämförelselarmar under deltesten noterades i en felbild. Alla deltester som gick fel i en hel testsekvens bildade en ”felbild” som sedan förhoppningsvis kunde återfinnas i en ”felkatalog”. Återfann man felbilden i felkatalogen så hade man en utpekning på ett antal misstänkta kortplatser. Genom utbyte av kort och återstart av enheten kunde felet i bästa fall elimineras.

Om kortbyte enligt felkatalog inte gav resultat fick man tillgripa oscilloskopmätningar.

Genom att välja ut en av deltesterna som gått fel och oavbrutet upprepa den och med oscilloskop följa förloppet bakåt i tiden från jämförelselarmet kunde tidigaste olikhet fastställas. Jämförelsemätningar med oscilloskop mellan en fungerande och en felaktig maskinhalva var mycket effektivt. Avgörande var att mätningen utfördes med stor noggrannhet, väl vald triggpunkt och rätt tidsupplösning. Vi använde Tektronix oscilloskop 465 där man genom att använda fördröjningsfunktionen och summera pulserna från de parallellarbetande enheterna kunde upptäcka avvikelse i form av amplitudfel på pulserna. Kneppet var att hitta det tidigaste felet på  $\mu\text{s}$ -nivå.

För mätningen använde vi extra långa prober eftersom avståndet mellan parallellarbetande stativ var upp till sex meter. Mätningarna underlättades därför om man var två ”felsökare”.

Om testutrustningen (TU) fanns monterad kunde särskilda ”off-line”-program köras i CE. Resultat av testerna avlästes på lamppanelerna i TU. För fellokalisering krävdes god kunskap om programstruktur och hårdvara.

## **Minnen**

Fellokalisering i minnena gjordes genom att små testsekvenser med kända resultat lästes in och avverkades i det felmarkerade minnet. Vid avvikelse från förväntat resultat noterades testen som fel i en felbild. Felbilden skulle sedan sökas i en felkatalog för eventuell utpekning av felaktigt kort.

Off-lineprogram fanns även till minnena som gav en ganska lättolkad utskrift på skrivmaskin. Med testutrustningen monterad fanns ytterligare möjligheter att läsa av felaktigt beteende.

## **Kontrollenheten**

Felsökning i kontrollenheten KE var den stora utmaningen! Minsta felgrepp här kunde leda till totalhaveri. Ett haveri med en felaktig kontrollenhet var inget man önskade sig! Testerna gick till så att kontrollenheten spärrades mot omvärlden och ett antal fel simulerades och reaktionen på felen testades. Även här gavs felbilder som angav vilket deltest som gått fel. Därefter var det bara att värma upp oscilloskopet, repetera den deltest som gått fel och börja mäta efter logikkretsschemorna.

Kortbyte i KE var omgärdat med många restriktioner som måste följas noggrant för att undvika störningar (och totalhaveri!).

## **Förmedlingsenheten**

Felsökning i förmedlingsenheten utfördes med hjälp av en ganska utförlig felsökningsmanual och felkatalog. Felsökningen underlättades av att bussystemen till/från CE var dubblerade och den felaktiga bussidan kunde avskiljas för felsökning. Fel i bussystemen kunde effektivt lokaliseras med jämförande mätning med oscilloskop.

## **I/O-delen**

För I/O-delen fanns inte så många hjälpmedel. För test av skrivmaskin, remsläsare och remsstans fanns off-line-program som testade tidsgränser mm vid såväl in- som utmatning.

## **Telefonienheten**

Delar av telefonienheten testades med en särskild inbyggd testutrustning (SPR) vid varje tillsyn av växeln. Därvid kunde fel i signaleringsorgan och kopplingsutrustning lokaliseras på ett relativt enkelt sätt. Organ som skulle testas kopplades mot SPR som sände eller tog emot testsignaler. Svårast var fel i väljardelen på grund av dess krångliga ”skruvningsschema”.

## **Sporadiska fel**

För felsökning av sporadiska fel (som var mycket vanliga) utarbetade vi några speciella metoder. Det ena var ”knackningsmetoden” den andra var ”marginalspänningsprov”.

***Knackningsmetoden*** gick helt enkelt ut på att man med t.ex. skaftet på en skruvmejsel gjorde några distinkta slag på kretskortfronten på alla kretskort i en misstänkt funktionsmodul med enheten i paralleldrif. Ett lödfel eller kontaktfel förorsakade då ett jämförelselarm då man knackade på kortet eller i dess närhet. En effektiv metod för att lokalisera felet inom ett begränsat område.

***Marginalspänningsprov*** var någon vidlyftigare att genomföra. Metoden gick ut på att sänka eller höja matningsspänningen i stativet i paralleldrif. I enklaste fall kunde man göra detta genom att helt enkelt skruva på stativkraftaggregaten. I de flesta fall var dock variationsmöjligheterna för små med aggregaten. Då fick vi ansluta en yttre likriktare och spänningsmata från den. Här gällde dock stor försiktighet för att inte förstöra någonting genom felaktigt hanterade! Många diodfel har tagits med marginalspänningsprov!

## **Utbyte med Norge**

Norska Forsvarets Fellessamband, FFSB, hade fyra AKE-129 i drift i det norska försvarets nät samtidigt som vi hade våra i drift. Systemen var väldigt lika hårdvarumässigt men med olika programvaror installerade. Bland annat hade FFSB med ett så fåtal anläggningar ett okomplicerat vägval. Kontaktvägar skapades mellan våra olika driftorganisationer för utbyte av erfarenheter. Samarbetet bestod i att vi samordnade utbildningen och att vi ställde upp med telefonkonsultationer vid behov.

Som ett led i samarbetet blev jag inbjuden att träffa deras driftpersonal och besöka en växelanläggning och en radiolänkanläggning i Nordnorge. Jag fick där berätta om hur vi skötte vårt underhåll och fick ta del av deras erfarenheter. En nyttig och spännande upplevelse. En stor skillnad i förutsättningar för hur underhållet bedrevs var att deras växlar var placerade i stora, bemannade centraler.

## **Utbildning**

Många olika typer av kurser har hållits under årens lopp. Grundkursen, som krävdes för att utföra tillsyn av växeln var i allmänhet på tre veckor. Dessutom har systemkurser, felsökningskurser och kraftkurser genomförts. Särskilda kurser för fjärrövervakningssystemet förekom även.

Inledningsvis skedde all utbildning vid LME:s anläggning först på Elektravägen 49 i Västberga, därefter vid anläggningen i Midsommarkransen.

Efter överflyttning av referensanläggningen från Midsommarkransen till CVA i Arboga 1980 flyttades även utbildningen dit och vi som jobbade som "bakre stöd" fick bli lärare och uppbära lärararvode vilket vi inte hade något emot.

Kurser har genomförts för Forsvarsmaktens personal men även för Forsvarets Fellessamband, FFBSB, Norge. En intressant iakttagelse var att personalen från FFBSB var officerare och deras besök föregicks av att någon chef kom i förväg för att inspektera våra lokaler, hur soldaterna skulle förläggas och utspisas mm. Vårt arrangemang blev godkänt och eleverna var mycket nöjda och trevliga.

FFSB lånade även tidvis vår anläggning i Arboga för egen utbildning och laddade då in sin egen programversion i växeln.

Nedan några bilder tagna i samband med olika kurser.



*Bild 22. Felsökningskurs i Arboga mars 1981*

Personerna är från vänster: Kjell Halvorsen FFBSB, Kjell Sunde FFBSB, Petter Hansen FFBSB, Per-Olof Alex CVA (lärare), Stig (Sjöman) Olsson Enköping, Arthur Skalmerås FFBSB, Roland Persson CVA (lärare), Ted Eriksson Göteborg, Sven Lakso Luleå, Lennart Levin Kallinge.



*Bild 23. Felsökningskurs i Arboga maj 1981*

Personerna är sittande från vänster: Gösta Wiklund Luleå, Veine Pettersson Lingham, Arne Magnusson Kallinge, Per-Olof Alex CVA (lärare), Bengt Sved Östersund, Ingvar Ottosson Örebro.

Stående från vänster: Roland Persson CVA (lärare), Erik Lönnberg Kallinge, Staffan Hillörn Östersund, Inge Holgersson Enköping.

Per-Olof Alex sitter framför testutrustningen som beskrivits tidigare. I utbildningsväxeln var den permanent inkopplad.



*Bild 24. Grundkurs i Arboga december 1981*

Personerna är från vänster: Per-Olof Alex CVA (lärare), Roland Persson CVA (lärare), Tor Arne Langeland FFSB, Tord Linge FFSB, Stein Dalsbö FFSB, Knut Henriksen FFSB, Åke Johansson Örebro, Sören Karlsson Lingham, Staffan Eklund Enköping, Crister Nygren Stockholm.



*Bild 25. En kurs i det fria.*

Bilden är tagen vid en av växelanläggningarna. På grund av högljudd ventilation flyttades lektionen tillfälligt ut i det fria. Den som står vid blädderblocket är författaren. Bilden togs av Hans Broberg. Bland eleverna känner jag igen Ingemar Engdahl (längst fram) och Ragnar Svensson (längst bak till höger) De övriga har jag inte lyckats identifiera. Sannolikt var detta en intern CVA-kurs. Det är för övrigt Ragnars Amazon som syns på bilden.

## **Personal**

Många personer har under AKE:s livstid varit inblandade på olika sätt. Olika handläggare vid FMV:s saksida och underhållssida har passerat genom åren. Den som var mest pådrivande från FMV:s sida var ”Mr FFRL” Hans Franzen. Konsulter har arbetat med specifikationer och kontroller.

Bland konsulterna vill jag särskilt nämna Bertil Nilsson som då han jobbade på TUAB skrev den ursprungliga specifikationen 1965 och sedan (på Teleplan) höll samman den omfattande kontrollverksamheten.

Från LME var det Anders Ahlberg och Sture Carlsson vid avdelning X/Zx som var FMV:s motparter vid upphandlingen. Sven-Olof Hagman och Karl-Erik Sundberg svarade för stor del av utbildningen i början av projektet. Under drifttiden hade vi mest kontakt med Göran Larsson som stod för det mesta av driftsättning av växlarna och blev ett ovärderligt stöd för huvudverkstaden.

Regionalt har minst 50 personer arbetat med AKE under längre eller kortare tid.

Vid huvudverkstaden i Arboga har följande personer arbetat med AKE-129 under längre eller kortare tid:

- Per-Olof Alex
- Lennart Hagman
- Roland Persson
- Gillis Sjöo
- Rune Tellström

## Drifterfarenheter

Vad kan man då säga om AKE-129 efter 25 års drift? En teknisk milstolpe inom telefonin som gav LM Ericsson mycket erfarenheter och kunskaper som ledde fram till AXE-familjen som blev en succé för företaget. De problem som gav oss som jobbade med tekniskt stöd mest bekymmer och mest jobb var:

- Dåliga dioder.
- Kärvande väljare.
- Miljö.
- Vissa övervakningsfunktioner.
- Växelriktaren.

Även om det fanns svaga punkter så är huvudintrycket att AKE-129 var ett stabilt system som betjänade sina kunder (=abonenterna) på ett utmärkt sätt under i stort sett 25 år. Underhållspersonalen ute i landet tyckte i allmänhet att det var stimulerande att arbeta med AKE och var mycket ambitiösa och entusiastiska!

### Dåliga dioder

Dioder på alla kretskort och i testfunktionen i kodväljarna var av en typ (LME-RKZ120101) som säkert var billiga i inköp men som genom åren orsakade underhållspersonalen massor med bekymmer. Dioden förekom i många tusental i växeln och hade ett alltför stort felutfall. Felet bestod i att den började ”halvleda” i backriktningen med påföljd att signaler lastades ner. Typiskt i datadelen var att pulser blev 5 - 5,5V istället för 8V, med svårtolkade, sporadiska felbilder som följd. Den typen av fel var heller inte förutsatta vid de simuleringar som låg till grund till felkatalogerna, vilket gjorde det hela ännu svårare.

Dåliga dioder i testkretsarna i kodväljarna gav oss mer bekymmer än de funktioner som skulle övervakas på grund av falsklarm!

Många svordomar har uttalats över dessa dioder. På äldre kretskort, som kunde förekomma, satt en annan diod som vi aldrig hade problem med.

### Kärvande väljare

Ett fel som dök upp efter några års drift var att bryggmekanismen i kodväljarna började kärva med påföljd att utställningen misslyckades. Utredningen av problemet blev omfattande då kodväljarna var en LME-produkt som förekom över hela världen och vi var de första som upptäckt problemen. Laboratorieundersökningar vid LME kom slutligen fram till att en olämplig olja använts för smörjning av en lagring i bryggmekanismen. Oljan ”förtvålades” och blev tjock. Orsaken till förtvålningen blev aldrig helt utredd, men LME skyllde på den ”dåliga” miljön på FTN-anläggningarna. En annan trolig orsak var att trafiken i nätet var för liten vilket innebar att väljarna arbetade för lite.

Ett antal åtgärder gjordes under årens lopp för att komma tillrätta med problemen.

Först rekommenderade LME att vi skulle smörja alla bryggor med en lättflytande, penetrerande olja som LME tog fram. Tanken var att oljan skulle lösa upp den ”förtvålade”

oljan. Ett omfattande arbete inleddes då med att smörja väljare. Arbetet utfördes med en injektionsspruta med en böjd nål för att komma åt smörjstället. Efter smörjningen skulle bryggan motioneras med ett särskilt verktyg. För att inte störa trafiken kunde åtgärden bara göras på bryggor som var lediga. Varje växel innehöll upp till 800 bryggor och varje brygga hade två svåråtkomliga smörjställen. Många AKE:are minns nog dessa övningar, klängandes i stativen!

Smörjningen visades sig efter en tid inte vara den rätta åtgärden. Felen kom tillbaka. Då tillgreps metoden ”smörj vid behov” medan ytterligare åtgärder diskuterades. Så småningom togs det fram ett ”väljarmotioneringsprogram” som innebar att alla lediga bryggor manövrerades en gång per timme. Situationen blev bättre, men helt bra blev det aldrig.

Inom några driftområden hade man tröttnat på alla problem och gjorde det enda rätta, nämligen att plocka ner väljarna en efter en på bänk, göra rent lagringen ordentligt och sedan smörja med bra olja. De växlar som fick den behandlingen gick sedan bra resten av livstiden. Bertil Gylling, Kallinge var en föregångare och botade på detta sätt ”sina” växlar för gott.

### **Miljöproblem**

För att undvika störningar på grund av statisk elektricitet infördes redan från början befuktningssystem på AKE-anläggningarna. På några anläggningar bestod systemet av en vattenkokare där vatten förångades och blåstes in i växelrummet. Andra anläggningar hade ett system där vatten strålades in i ventilationssystemet. Systemen kalkade igen ständigt. En fördel med befuktningen var att anläggningen försågs med vatten vilket var bra för personalen! Tyvärr var dock vattnet oftast odrickbart på grund av för liten förbrukning.

Efter några år lades även en antistatmatta in i växelrummet vilket hade bra effekt. En artikel i TIFF 1972 nr 3 beskriver den åtgärden:

#### ***Bilaga 9 ”Mjuka tjänare”***

Värmen var annars det stora problemet eftersom ingen kylning fanns. Växeln genererade avsevärd värme varför temperaturen kunde komma upp i 40 grader varma sommardagar. Ventilationsanläggningen väsnades dessutom ganska mycket. Ingen bra miljö vare sig för AKE eller dess skötare! Vid vissa anläggningar var dessutom luftintaget fiffigt nog placerat på en södervägg!

### **Växelriktaren**

Växelriktaren (från General Electric) var ett monster. Den vägde 250 kg och var inskjuten i ett skåp i ett hörn av rummet. Växelriktaren fanns i två versioner, en för 48V= och en för 220V= och verkade alltid gå överansträngd. All elektronik gick varm och haverier var vanligt. Då växelriktaren var ur drift kördes växeln på ”rånät” genom att växelriktaren förbikopplades vilket förorsakade störningar i växeln.

Felsökningen var synnerligen besvärlig, inte minst på grund av att växelriktaren måste tas ut ur skåpet. Enda sättet att prova om en åtgärd haft effekt var att göra ett startförsök. Gick startförsöket snett (vilket det ofta gjorde även då inga fel fanns!) rök det alltid dyra snabbsäkringar. Vi hade därför utrustat oss med ”vattensäkringar” som bestod av en glasburk som vi fyllde med vatten. Genom att sänka ner vanliga, billiga trådsäkringar i vattnet fick vi en snabbsäkring med ungefär samma karaktäristik som den dyrare versionen och vi kunde kosta på oss många startförsök.

Många svordomar har yttrats över detta monster!



## Vissa övervakningsfunktioner

När man konstruerar övervakningsfunktioner kan det ibland bli fel. Det är ju inte så lyckat om övervakningsfunktionen har sämre tillgänglighet eller ställer till med mer bekymmer än den funktion den ska övervaka. Vi upplevde några sådana i AKE-129. Exempel:

- Övervakning av stativspänningar
- Natrutintest
- Väljartest
- Vissa utskrifter

### Övervakning av stativspänningar

Stativspänningarna övervakades genom att varje spänning via ett relästyrt bussystem anslöts mot mätkretsar i kontrollenheten. Mätningen gjordes i början varje minut vilket medförde stort slitage på inkopplande reläer. Fel som uppstod berodde nästan undantagslöst från problem med mätutrustningen. Vi kopplade bort funktionen.

### Natrutintest

Natrutintesten innebar att klockan 00:00 varje natt startade en process som innebar att alla stativkraftaggregat som var dubblerade stängdes av ett efter ett varvid stativspänningarna från det kvarvarande aggregatet mättes. Uppstarten av ett avslaget aggregat gjordes med en ”mjukstart” som innebar att förkopplingsmotstånd anslöts en kort stund i varje fas. På grund av slitage på inkopplingsreläer var det vanligt att inkopplingen orsakade störningar. Vi tog bort den automatiska testen och gjorde istället testen i samband med tillsyn av växeln.

### Väljartest

Väljartest gjordes vid varje utställning av en väljare. Testen avsåg att verifiera att beordrad utställning verkställdes mekaniskt. Testen var beroende av att en omfattande matris av dioder var felfri. På grund av dåliga dioder, som beskrivits ovan, gick testen ofta fel. Då en utställning rapporterades misslyckad gjordes en förnyad utställning med samma data. Denna dubbla utställning orsakade störningar i signaleringen som redan startats vilket kunde leda till felaktiga koppel. Fel i väljartesten var besvärligt att lokalisera. Eftersom fel i utställning av väljaren var ytterst ovanligt valde vi att stänga av väljartesten.

### Utskrifter

Många felutskrifter ”pluggades” under åren då värdet av dem ifrågasattes. Vi som var med minns nog 0071-utskrifter. Utskriften betydde att ett anrop kommit in på en ansluten ledning men ingen efterföljande signalering förekom. (Falskt anrop). Anrop detekterades om inkommande signal (på m-tråden) var 10 – 100ms. Dåtidens radiolänksystem (speciellt troposcatterlänken RL-71 som fanns i drift inledningsvis) genererade frikostigt med sådana falska signaler. Varje sådan falsk signal stressade växeln dels genom att den genererade en utskrift 0071, dels en uppkoppling av signaleringsorgan.

Utskriften ”pluggades” men övriga effekter av falska anrop levde vi med även om situationen förbättrades hela tiden allteftersom radiolänkar byttes ut mot modernare teknik.

En annan utskrift som ”pluggades” var 0030. Den gavs då ett samtal varit uppställd 30 minuter. Ganska ointressant!

Andra utskrifter som ansågs onödiga och togs bort var sådana som gavs vid olika tester om testen gick rätt.

## Episoder

Under en drifttid på 25 år för de äldsta växlarna händer givetvis en del episoder som kan vara av intresse att återge.

### Brinnande diodenhet

Vid en växel i Norrland hände det att en stor diodenhet som satt i växelriktaren brann under viss dramatik. Dioderna var till för att ta ner inspänningen till växelriktaren och var monterade på kylflänsar som i sin tur var hopskruvade med en pinnbult. För att isolera kylflänsarna från jord var pinnbultarna överträdde med en pertinaxslang. Slangen hade på grund av värme och åldring pulveriserats med kortslutning som följd. Stora strömmar flöt och pinnbultar mm smälte ner. Växelriktaren förbikopplades och växeln kördes på ”rånät” vilket var en osäker drift p.g.a. nätstörningar. En febril jakt på en diodenhet startade. Reservdelar fanns inte inom försvaret. Inte heller LME kunde skaka fram någon. Strax innan händelsen hade en växel i Västsverige avvecklats. Den växeln hade samma kraftalternativ som den drabbade växeln. Nu började en jakt på växelriktaren. Det visade sig att den skrotats och hamnat på en skrotfirma i Kolbäck. Jag och P-O Alex åkte dit och började leta. Efter mycket om och men så fann vi den, delvis demonterad men med diodenheten kvar. Vi fick ta diodenheten (gratis), tog hem den och rustade upp den och skickade den till Luleå. Lyckligt slut på den händelsen!

### Utlåsta!

P-O Alex och jag jobbade en gång några varma sommardagar vid växel 19 som var en anläggning med växeln placerad i en separat betongbunker. Bunkern var försedd med en ventilationsutrustning som förde ett fruktansvärt oväsen. För att överhuvudtaget kunna utföra något tankearbete där inne stängde vi alltid av fläktarna då vi var där. Meningen var givetvis att slå igång anläggningen då vi åkte därifrån. En kväll glömde vi emellertid bort det. Då vi kom tillbaka morgonen därpå var det förstås olidligt varmt i anläggningen. Vi startade fläktarna och gick ut för att vänta på att det skulle bli svalare därinne. Tyvärr så var en innerdörr försedd med ett lås som låstes då man slog igen dörren! Där stod vi utan telefon, utan bilnycklar, anläggningsnycklarna inlåsta och vi utlåsta! Det var bara att sätta igång och promenera hem till tillsyningskvinnan som bodde någon kilometer därifrån. Vi hade tur att hon var hemma och vi kunde ringa till Bertil Gylling i Kallinge och skamsat tala om vår situation. Gylling hade haft med CVA:are att göra förr, så han lät inte ett dugg förvånad. ”Det fixar jag” sa han, ”ta det bara lugnt.” Vi lomade tillbaka till anläggningen och satte oss i solskenet och väntade. Efter ungefär en timme brummade det i luften. En helikopter landade intill anläggningen och en man kom och låste upp anläggningen, gjorde honnör och for därifrån och vi kunde fortsätta vårt arbete! Tala om service.

### Uppgiven felsökning

En enda gång under alla år misslyckades vi med en felsökning. Men det hade sina speciella skäl.

Vid växel 15 skulle den nya växeln AXT-121 installeras som ersättare för AKE-129. Växeln skulle placeras i länkrummet intill AKE-rummet. För att få rum med den nya växeln var en vägg tvungen att flyttas inåt AKE-rummet. När väggen väl var flyttad så uppstod ett svårartat fel i AKE-växeln som krävde insats med den mobila testutrustningen. (Se bild 10). Då vi kom dit med testutrustningen insåg vi snart att det fanns helt enkelt inte utrymme för att ställa upp den! Situationen var kritisk, AKE gick med en dubblerad enhet felmarkerad och var alltså i sårbart skick och vi kunde inte laga den! Lösningen blev en omprioritering av installationsplanerna så att AXT:n monterades och driftsattes på rekordtid. Vi var många som

höll tummarna för att inget skulle hända med AKE under installationstiden. Men gudarna var med oss den gången, grejorna höll och inga abonnenter drabbades av störningar.

### **Totalhaveri på grund av Sixten**

Vid leveranskontroll av växlarna deltog utöver LME-folk och vi från CVA även representanter för driftansvarig myndighet. Vid en växel deltog Anders Sturesson från Örebro. Anders var alltid vaken och nyfiken och var intresserad av vad man kunde skriva på skrivmaskinen. ”Du kan skriva vad som helst” sa jag lite stöddigt, ”kontrollerna vid inmatning är så bra så det händer ingenting om datorn inte känner igen det skrivna som ett kommando. Dessutom är skrivmaskinen just nu ansluten på lägsta behörighetsnivå så prova på du”. Normalt svarade datorn ”ORIKTIGT DIREKTIV” på alla konstigheter man försökte skriva.

Anders skrev då ”SIXTEN” med påföljd att hela växeln havererade! Panik utbröt bland LME-folket. Telefonerna gick varma till Stockholm medan vi laddade om växeln från start. Vi fick ingen klarhet i vad som hänt förrän flera veckor efteråt. Förklaringen var att ett antal testprogram som använts vid programtestning ”glömts kvar” i den levererade programversionen. Ett fel som funnits i programmen sedan första programversionen tre år tidigare!

Tack Anders för din nyfikenhet!

### **Golvväxeln**

Under installationen av växel 18 upptäcktes att golvet i växelrummet började sjunka oroväckande. Arbetet fick avbrytas och byggentreprenören tillkallas. Jobbet var dåligt gjort och golvet fick justeras, varefter installationen avsevärt försenad kunde fortsätta.

### **Råttväxeln**

Driftpersonalen vid växel 17 fick problem med IBM-skrivmaskinen som inte ville hänga med riktigt. Inte så underligt kanske då en råtta börjat inreda sitt bo i maskinen! Kanske kan det tolkas som att felutskriften inte förekom så ofta?

### **Vattenväxeln**

Vid växel 20 började taket läcka i växelrummet. Vatten droppade ner i relästativen och förorsakade en hel del störningar och extrajobb. Taket tätades och relästativerna återställdes efter demontering och urtorkning.

## **Bilaga 1 Telekommunikationer, behov och uppbyggnad.**

### **Utdrag ur skriften: "Försvarets Fasta Radiolänknät Försvarets Telenät. Ett historiskt perspektiv"**

Genom riksdagsbeslutet 1948 om en uppbyggnad av ett modernt luftbevakningssystem framstår det året också som ett födelseår för utformningen av flygvapnets moderna telekommunikationsstruktur. Behovet av snabb och säker landstäckande telekommunikation ökade starkt i samband med uppbyggandet av luftbevakningssystemet.

Tidsfördröjningen vid den manuella förmedlingen i televerkets stationer kunde inte längre accepteras. 1948 påbörjades därför en övergång från vanliga abonnemang i televerkets nät till speciella exklusiva direktförbindelser mellan olika försvarsobjekt. Dessa förbindelser var antingen förhryda i fred eller förberedda för snabb uppkoppling vid beredskapshöjning eller mobilisering. Uppkopplingen skedde manuellt med hjälp av omkopplare på televerkets stationer. Den under de senaste åren genomförda övergången till förmedlade förbindelser är alltså en återgång till ett gammalt koncept, även om förmedlingen nu sker automatiskt.

Till de prov och försök som utfördes för att få underlag till specificeringen av Stril 50 utnyttjades bl.a. utrustningar m/48 och från USA anskaffad "surplus"-materiel, främst en transportabel utrustning för flygledningscentral "AN/TTQ". Denna innehöll en helt komplett central med estrader, kartbord, markeringsutrustning och teleutrustning med växel, telefoninsatser etc. Med denna anordnades en försöks-lfc vid F8. Med bl.a. de erfarenheterna man fick vid dessa försök som grund, påbörjades i samarbete mellan KFF och Televerket ett konstruktionsarbete som ledde fram till speciella telefonutrustningar för Lgc och Lfc. Försvaret var här mycket tidigt ute med flera tekniska funktioner, bland annat fyrtrådsförmedling i Lfc m/50-växlarna. Denna typ av förmedling möjliggjorde att ett landsomfattande telefonnät snabbt kunde etableras.

Under slutet av den period då luftbevakningen låg kvar inom armén anskaffades en del radiolänkmateriel till den optiska luftbevakningen. En del prov med relativ långdistant radiolänkkommunikation genomfördes också i arméns regi. Bl.a. under manövern "HÖSTLÖVET" hösten 1949 genomfördes radiolänkprov mellan Skövde och Stockholm.

1950 tillsattes en utredning med uppgift att utarbeta förslag till hur man bäst skulle åstadkomma skadetåliga kommunikationer för luftbevakning och stridsledning. Utredningen föreslog att ett landsomfattande nät baserat på radiolänk skulle byggas. Valet av radiolänk som transmissionsmedel var främst betingat av kraven på ekonomi och skadetålighet. I utredningen skisserades grundragen för nätstruktur, transmission och förmedling.

Denna utredning avsåg ett nät för enbart FV, huvudsakligen för luftbevakning och stridsledning. Nätet skulle förbinda objekten i systemet (Lfc, radarstn, Lgc etc) och utgöra ett landsomfattande nät. Ledningscentralerna skulle utgöra noder i nätet och växlarna i dessa (enlig ovan utrustat med 4-trådsförmedling) skulle fungera som förmedlingsorgan i nätet. Ett provnät planerades, geografiska planer upprättades, stationsplatser för provnätet utsågs, försök bedrevs och viss materielanskaffning förbereddes bl.a. genom infordran av offerter på radiolänk för provnätet mm.

Vid denna tid väcktes ÖB intresse för att utnyttja det planerade FV-nätet även för att säkerställa andra väsentliga samband inom totalförsvaret. Under 1953 – 54 gjordes mot denna bakgrund en ny utredning inom FV. Den grundades på reviderade FV-behov och på av Fst sammanställda behov från övriga tilltänkta användare och genomfördes av KFF genom Luftbevakningsbyråns radiolänksektion. Utredningens resulterade i en reviderad plan för det landsomfattande länknätet, med väsentligt utökad kapacitet, med flera anslutna anläggningar, en något tätare nätstruktur och med noder i separata anläggningar (knutstationer) försedda med automatiska växlar för förmedling av trafiken.

Under 1954 togs beslut om utbyggnad av ett nät enligt föreslagna linjer och under CFV ansvar. Kostnaderna skulle fördelas mellan ÖB (Operativ ledning), FV och SJ enligt utredningens förslag.

Dessa studier, utredningar, planer och beslut är vad gäller nätstruktur, transmission och förmedling till stora delar fortfarande vägledande för arbetet med radiolänknätet, även om givetvis tekniska lösningar, kapaciteter och geografiska planer successivt reviderats. Naturligtvis har integrationen av radiolänk- och trådnäten även haft en stor påverkan.

## Bilaga 2 Stelt/förmedlat nät

*Utdrag ur skriften: "Försvarets Fasta Radiolänknät Försvarets Telenät. Ett historiskt perspektiv"*

En väsentlig fråga vid utformningen av nätet var valet av trafikalk princip, d.v.s. trafik via i nätet fast uppkopplade förbindelser eller via vid behov/per samtal uppkopplade förbindelser. Inom luftbevakningen hade utvecklingen gått från tidiga 40-talets trafik i televerkets publika nät per samtal (oftast manuellt) uppkopplade förbindelser (prioriterade som luftförsvarssamtal) till fast arrangerad punkt till punkt förbindelser. Inför skapandet av ett separat nät kvarstod inom luftförsvaret kravet på omedelbar tillgång (utan fördröjning och utan risk för trafikalk spärr). Mot detta ställdes ett förmedlat näts bättre ekonomi och möjlighet till alternativa samtalsvägar och därmed bättre skadetålighet. Länknätet utformades för att kunna ge både fasta och förmedlade förbindelser inom nätet.

### Nätförmedling

Under en första period anordnades förbindelser inom stornätet enbart som fasta. Förmedling kunde ske i vissa större anslutna anläggningar (främst Lfc m/50), vilka försågs med 4-trådsutrustningar för manuell förmedling. Detta förmedlingsnät har ibland benämnts "MT-nätet". Nätet utformades dock med målet att i hög grad kunna övergå till förmedlad trafik. Redan i utredningen Plan-54 planerades i nätets noder automatiska växlar med kapaciteter om 25 – 150 förbindelser.

Först under början av 60-talet kunde dessa planer förverkligas. Efter orienterande kontakter med teleindustrin utarbetades en teknisk specifikation ELT 2448 (totalt ca 40 sidor, klar –65). Specifikationen hänvisade i många avseenden till CCITT. En offertförfrågan gjordes till Televerket, LM Ericsson och SRT. Bland offerterade lösningar fanns såväl helt traditionella elektromekaniska växlar som växlar av PMS- (programminnesstyrda) och helelektronisk typ. De förra dömdes snabbt ut som otillräckliga. Bland de senare fanns Ericsson och Northern Telecom som båda värderades ingående.

Efter en omfattande utvärdering av offerterade växlar valdes en PMS-typ med elektromekaniska väljare. LM Ericssons AKE 129. Denna växel var en minivariant av Ericssons AKE-system beträffande linjekapacitet, men med avancerade funktioner och med i vissa avseenden speciell signalering. Efter ett intensivt arbete med definiering av i specifikationen "öppna" funktioner kunde tillverkning och leveranser påbörjas.

Ett flerårigt mycket omfattande provnings-/besiktningsskede följde. Proven utfördes i stor utsträckning på de två första i Mellansverige installerade växlarna.

I ett senare skede (i mitten av 70-talet) kompletterades nätet med ytterligare nodväxlar. Härvid valdes en växel från GTE, en PMS-växel med elektronisk, rumsuppdelad kopplingsmatris (ETSS).

### Ändförmedling

Förbindelserna i FFRL anslöts i försvarsanläggningarna dels i rena terminalutrustningar (telefonapparater, modemer, fjärrskrivare etc.) dels i manuella växlar såsom Lfc-växlar m/50 och –m/60, Lgc, växelbord i AN/TTQ (transportabel Lfc-utrustning), Gpl-växlar av olika typer och i PABX (främst i anläggningar i fredsfunktioner, t.ex. flygflottiljer, MB-staber och andra centrala och regionala staber).

### Routing

En väsentlig systemfråga för nätets skadetålighet och verkningsgrad mm. var frågan om hur trafiken skulle dirigeras i nätet. Ett helautomatiskt routingsystem var ett krav. I specifikationen för automatväxlar indikerades två alternativ, ett med successiv routing nod

för nod och ett med fullständigt vägval redan i ursprungsstationen efter analys av till noderna rapporterad nätstatus.

Principen för successivt vägval antogs, kompletterad med viss kontroll från ursprungsstationen och med automatisk omvalsmöjlighet.

Vid utformningen av routingsystemet var den begränsade signaleringskapaciteten mellan noderna avgörande. MFC-tekniken var den enda då kommersiellt tillgängliga, vilket uteslöt routingmetoder av mättnadstyp.

### **Signalering**

En annan viktig teknikfråga vid utformningen av nätet gällde signalsystem, eller med militär nomenklatur: manöversignalering.

Den i enkla radiosystem traditionella bärvågssignaleringen kunde ej accepteras ens i 1-kanallänkar med hänsyn till anslutna terminaler och duplextrafiken. I för provnätet offererade länkar/multiplexer tillämpades olika signalsystem av inom- och utombandstyper. Med hänsyn till allmänna kvalitetskrav och den växande applikationen med dataöverföring i telefonkanal via modemer var utombandssignalering det naturliga valet för linjesignaler och gjordes i ett tidigt skede.

I traditionella (tråd-) nät var kontinuerliga (tillståndsindikerande) utombandssystem med ton i vila vid denna tid det vanliga (tillämpades exempelvis i televerkets bärfrekvensnät). Med hänsyn till bl.a. belastningen härav i basbanden och därmed modulationsutrymmet, valdes för länknätet en diskontinuerlig (förändringsindikerande) linjesignalering. Härigenom blev man emellertid tvingad till ett i stort sett unikt signalschema. Efter hand har skilda trafiktyper framtvingat nya varianter av det ursprungligen (speciellt för LB-trafik) enkla linjesignalschemat.

## Bilaga 3 AKE-129 Utvecklingsprojekt

Av Lars Lindén

### Bakgrund

Jag var med i teamet som utvecklade systemet. Min uppgift var att programmera funktioner för MFC-signaleringen och vägvalsfunktionen för nätet.

Bakgrunden till att jag hamnade i projektet var att jag var anställd av SRA för underhållsarbete på Lfc S1 i Hästveda och då Ericsson fick order på AKE-129 krävde kunden att alla projektdeltagare skulle vara clearade av SÄPO, vilket vi som arbetade i luftförsvarscentraler redan var. Så SRA plockade fyra man från lfc S1 och fyra från lfc O5 och lånade ut till Ericsson. (Ägare till SRA under 1960-talet var Ericsson tillsammans med Marconi Company i England). Vid den tiden pågick också förhandlingar på politisk nivå om att Telub skulle överta underhållet av flygvapnets luftförsvarscentraler, så detta var ett sätt för SRA att rädda kvar personal i företaget. För mig var detta det första jobbet i telekombranschen, vilket följdes av ytterligare ca 35 år med anknytning till Ericsson och telekom.

Innan jag flyttade till S1 var jag lärling på CVA (årskull 1956). Jag slutade på CVA 1964. Det är anledningen till att jag är medlem i AEF.

### Förutsättningar

Som du skriver så baserades AKE-129 på AKE 12 i Tumba som var en kombinerad lokal- och förmedlingsstation. Från AKE 12 tog man gruppväljaren och styrsystemet. Dessutom var det nödvändigt att packa om systemet mekaniskt för det krävdes lägre stativ för AKE-129, som skulle installeras i bunkrar med lägre takhöjd än den normala i telefonstationer. Sammanhållande för hela AKE-129 projektet hos Ericsson var Sture Carlsson, som du nämner i din beskrivning. Projektledare för programvaruprojektet var Kåre Bergqvist. Allmän guru för AKE och sedermera även AXE, var Göran Hemdal. Trafikfunktionerna hanterades av Hässleholm (fyra man). I/O, larm, mm hanterades av de fyra från O5 och så hade Ericsson fyra egna män som hanterade vägval genom väljaren, väljarmanövrering, mm.

### Programutveckling

Programvaruprojektet startade i början av 1967 och pågick ungefär ett år. Vissa delar av programvaran var ny, vissa delar ärvdes in från AKE 12 och vissa delar kunde återanvändas efter modifiering. Vi hade hela tiden ett starkt tryck på oss att program och datavolymer inte fick spräcka budget eftersom minnesstativen var fullbestyckade. Minsta överskridande hade kostat ca 15 ytterligare stativ för Ericsson och troligen hade kunden fått problem med utrymmet i vissa anläggningar om ytterligare ett stativ hade krävts.

Processorn hade konstruerats av amatörer som saknade erfarenhet av processorkonstruktion. Den var oerhört krånglig att programmera. Min egen programmeringserfarenhet innan dess var från Marconi's datorer i flygvapnets luftförsvarscentraler och de var klart mycket enklare att jobba med. Vad som däremot var lyckat i AKE:s processorarkitektur var synkron dubbleringen som möjliggjorde automatisk diagnos och sidval på ett ganska säkert sätt. Även principen med separata minnen för data och program var en lyckad lösning eftersom den tillät samtidigt pågående minnesaccesser i två minnen. Båda dessa principer ärvdes sedermera in i AXE och förfinades ytterligare.

Utvecklingsprojektet innefattade test av ny arbetsmetodik och programstruktur. Eftersom programmering av stora realtidssystem var något nytt vid den tiden och erfarenheter saknades



experimenterade alla företag i branschen med nya metoder. Det vi provade var användning av beslutstabeller. För varje tillstånd som ett organ kunde inta gjordes en analys av vilka händelser som kunde inträffa och vilka åtgärder som skulle göras för respektive händelse. Det dokumenterades i en tabell per tillstånd, vilket blev helt överskådligt med typiskt 50-100 tillstånd/tabeller per organtyp. Därför krävdes också ett tillståndsdigram för att få överblick. (Än idag utgör sådana tillståndsdigram grunden i Telelogic's SDL-verktyg.)

Programstrukturen i AKE-129 var bättre än i AKE 12 i Tumba. Det underlättade bl.a. provning, dokumentation, planering, m.m. Lyftet bestod i att vi införde något som vi kallade systemfunktioner, vilket innebar att programvaran hade ett embryo till modularitet. Men alla som varit inne i systemet för att göra modifieringar kan nog intyga att det bara var just ett embryo.

Från februari 1967 till framåt hösten samma år satt vi fyra från S1 i ett nystartat kontor i Hässleholm. Under november var testanläggningen på plats i Västberga i Stockholm och då var även vi redo för att starta programprovningen.

### **Utprovning**

Vi gick oerhört metodiskt tillväga vid provningen och jag vågar påstå att varenda maskininstruktion exekverades under den första testfasen. Sedan övergick vi till att integrera de olika systemfunktionerna. Bara ett par timmar efter att vi hade påbörjat integrationen kunde vi köra samtal genom växeln. Programbuggar rättade vi med en patch, om det behövdes för att komma vidare med provningen. En gång per vecka körde vi en ny kompilering av hela programpaketet. För varje nytt programpaket gjorde vi omprovning av alla gjorda ändringar och sedan gick vi vidare enligt provningsplanen.

Ett speciellt problem var att skapa stationsdata för provningen. En man i teamet blev expert på att ändra i stationsdata. Ofta behövdes nya data flera gånger om dagen för att skapa förutsättningar för olika testfall.

### **Västberga**

Testanläggningen i Västberga var inhyst i ett mycket litet rum med dålig ventilation vilket medförde att det blev mycket varmt i rummet och vid enstaka tillfällen fick systemet värmeslag och stannade. Då var vi tvungna att vänta ett tag så att systemet svalnade innan vi kunde starta igen. Men eftersom det var i december och kallt ute lärde vi oss snabbt att köra med öppna fönster. Under en period var det 15 - 20 minusgrader ute och då blev det inte så behagligt för oss som skulle vistas i rummet med öppna fönster, men systemet fungerade. En kuriositet var att man inte fick programmera vänteloopar med alltför få instruktioner i loopen för då blev ferritkärnorna i minnet varma och slutade fungera. Det var frekventa läsningar och skrivningar i samma kärnor som värmdes ferritmaterialet så att minnesfunktionen stördes.

Lagom till jul 1967 var provningen klar. Innan vi åkte hem satte vi upp ett långtidstest där vi loopade utgående trunklinjer till inkommande linjer, och så hade vi en testapparat som genererade anrop in till växeln. Det skedde alltså upprepade genomkopplingar i växeln tills linjer och MFC-organ tog slut. Då blev det spärr och allt kopplades ner. Men omedelbart genererade testapparaten nya anrop in, och allt upprepades. Detta prov pågick under ett par veckor och om jag minns rätt så gjordes över en miljon genomkopplingar i växeln.

### **Från AKE till AXE**

Efter att provningen var avslutad fick vi några veckor på oss att dokumentera systemet. Sedan var AKE-129 definitivt slut för min del. De flesta teammedlemmarna fortsatte med en AKE 13 (förmedlingsstation) för Rotterdam. Därefter följde en mycket stor AKE 13 till Köpenhamn. Efter Köpenhamnsleveransen var AKE-systemet tämligen väl industrialiserat och utvecklingen drogs ner på en låg nivå. Istället inledde Ericsson en massiv satsning på utvecklingen av AXE, men det är en helt annan historia.

Fram till början av 1980-talet levererades ca 20 - 25 AKE 13 till bl.a. Mexico, Italien, Australien, USA och Sverige. Tumba blev den enda AKE 12 stationen i familjen, vilken ersattes med AXE 12 någon gång på 1980-talet.

Byggsättet i AKE var ett arv från Ericssons elektromekaniska system. Det innebar att enheter kunde pluggas in i stativen med kontakter medan stativen sinsemellan var kablade och lödda på plats. Det medförde långa installationstider, som i stora AKE 13 stationer handlade om år. Byggsättet gjordes om totalt i AXE. Installationer som tog månader i AKE gjordes på ungefär lika många dagar i AXE.

### **Summering**

AKE-129 var en enkel växel. För oss som inte hade någon bakgrund i telefoni eller växelteknik var det en stor fördel att börja med ett så litet system. Exempelvis fanns ingen taxering, väljaren var okomplicerad, underhållsfunktionerna var minimala, osv. Min uppfattning om AKE-129 är att programvaran var stabil, mycket tack vare utvecklingsmetodiken och den grundliga programprovningen.

# Bilaga 4 Lathund för ASA-systemet, Bitdisposition

Godkänd-Approved		Scale	STAKO	File	No.	Sheet			
See sheet 1					3/1903 - 3004	53			
<p>3.9 Lathund för ASA-systemet, Bitdisposition</p> <p>Ett streck (-) i variabelbifiliet anger redundans i ifrågavarande bitposition i instruktionsordet. Dessa bitar avkodas ej i maskinen och kan vid kompileringen ersättas med nollor eller ettor.</p> <p>Operationstiden till uthopp vid följande föreläsningsinstruktionerna beräknas ut:</p> <p>T=4, 8+4, 8 m + (n+m (1-L)) K + 2p                  där n = antalet jämförda ord                  L = falltängd i ord                  P = 1 vid fallt slut annars =0</p> <p>K=8, 8 eller 8,4 vid FMM resp. övr.                  Rx = ursprungsadress                  Ry = destinationsadress</p> <p>* **                  F1 11 F4 01                  F4 01 F8 00                  F8 00 FW 10                  FW 10                  ****                  Z1 00 Z0 11                  Z2 01 Z1 00                  Z3 10 Z2 01                  Z4 11 Z3 10</p> <p>S = 0 fbr -                  S = 1 fbr +</p>									
OP	TID µs	KOD F-8	OP	KOD BINÄR A	9	VARIABLER	0	KOD F-8	OP
6	6	04	ARR	0 1 Ry Ry	0 1 Ry Ry	Rx Rx Z Z	1 - - 1	00	STZ
6	6	08	ADA	1 0 Rx Rx	1 0 Rx Rx	Ry Ry - 0	D D D D	04	ARR AXR/+ AXR/-
6	6,4	34	ADM	0 1 R R	0 1 R R	P P A A	D D D D	08	ADA SDA
6	6	10	ADR	0 0 R R	0 0 R R	P P - 0	D D D D	0C	AXT/-
6	6,4	1C	AMR	1 1 Rx Rx	1 1 Rx Rx	Ry Ry A A	P P V -		
6	6	04	AXR/+	0 1 Ry Ry	0 1 Ry Ry	Rx Rx Z Z	N - - 1****		
6	6	04	AXR/-	0 1 Ry Ry	0 1 Ry Ry	Rx Rx Z Z	- - - 0***	10	ADR
6	6	F0	AXT/+	0 0 Ry Ry	0 0 Ry Ry	Rx Rx Z Z	T T T T****	14	SRM
6	6	0C	AXT/-	1 1 Ry Ry	1 1 Ry Ry	Rx Rx Z Z	T T T T****	18	SMR
6	6	DC	CHR	1 1 - -	1 1 - -	H H H H	H H H H	1C	AMR
6	6	F8	CHR	1 0 R R	1 0 R R	- - - -	- - - -	20	TRA
6	6	4E	CIA	1 1 1 0	1 1 1 0	- - - -	- - - -	22	TAR
6	6	4E	CIA	1 1 1 0	1 1 1 0	- - - -	- - - -	24	TRZ
6/6,8	6/6,8	B4	CMD	0 1 R R	0 1 R R	P P - V	D D D D	26	TR0
6	6	BC	CRD	1 1 R R	1 1 R R	P P - -	D D D D	28	TRL/W2
6	6	4D	DCI	1 1 0 1	1 1 0 1	- - - -	- - - -	2C	TRL/W1
6	6	E8	DTI	1 0 - -	1 0 - -	- - - -	- - - -	30	MFR/NC
6,4	6,4	CC	EDA	1 1 0 0	1 1 0 0	1 - - -	- - - -	34	ADM
6	6	B0	EMR	1 0 1 1	1 0 1 1	Ry Ry A A	P P V -	38	MTR
6	6	B8	ERM	1 0 1 1	1 0 1 1	Rx Rx A A	P P V -	3C	SDM
+	+	9A	FME	1 0 1 1	1 0 1 1	R R F F	- - - **	40	MFR/CL
+	+	94	FMM	0 1 - -	0 1 - -	R R F F	- - - *	44	MFR/NC
+	+	99	FMR	1 0 0 1	1 0 0 1	R R F F	- - - *	48	MRI
+	+	9B	FPE	1 0 0 1	1 0 0 1	R R F F	- - - 1**	4C	MWR
6,4	6,4	5C	IBM	1 1 R R	1 1 R R	0 0 - V	B B B B	4D	SGT
6	6	58	IBR	1 0 R R	1 0 R R	0 1 - V	B B B B	4E	CIA
6	6	60	LHR/PC	0 0 R R	0 0 R R	H H H H	H H H H	50	TRT
6	6	64	LHR/P2	0 1 R R	0 1 R R	H H H H	H H H H		
6/6,8	6/6,8	A4	LPR	0 1 Rx Rx	0 1 Rx Rx	Ry Ry A A	P P V -		



Konstr.  
Kop.  
Normgr. Uppgi.  
Mat.gr. Kontr.  
1st angle projection  
Uppgjord för-Made for  
Ersätter-Replaces

See sheet 1  
Anm.  
V = 0 direkt adress  
V = 1 ELLER med LB  
RA = 00 RC = 10  
RB = 01 RD = 11

Korr.-Rev.  
A 22.177  
H 78-04

OP	KOD F-8	OP	KOD BINÄR	F	A	9	VARIABLES	0	KOD F-8	OP
36	EC	LPL	1 1 1 0	1	1	0	Ry Ry	-	54	TRW
6,4	A8	LRM	1 0 1 0	1	0	Ry Ry	-	-	56	TAW
6	7C	MDM	0 1 1 1	1	1	R R	P P - V	D D D D	58	IBR
6	68	MDR/NC	0 1 1 0	1	0	R R R	P P 0 -	D D D D		MIR
6	68	MDR/CL	0 1 1 0	1	0	R R R	P P - 1	D D D D		MOR
6	D8	MHC	1 1 0 1	1	0	0	H H H H	H H H H	5C	MZR
6	74	MIM/VO	0 1 1 1	1	0	R R R	H H H H	H H H H		MOM
6	78	MIM/V2	0 1 1 1	1	0	R R R	H H H H	H H H H		MZM
6	6C	MHR/FO	0 1 1 0	1	1	R R R	H H H H	H H H H	60	NIM
6	70	MHR/P2	0 1 1 1	0	0	R R R	H H H H	H H H H	64	IBM
6,4	5C	MTM	0 1 0 1	1	1	R	1 1 - V	B B B B	68	LHR/PO
6	58	MTR	0 1 0 1	1	0	R R R	1 1 - V	B B B B	70	LHR/P2
6/6,8	44	MNT	0 1 0 0	0	1	R R	- 1 - V	B B B B	74	MDR/CL
6,4	9C	MMM	1 0 0 1	1	1	R R	- - - -	- - - -	78	MDR/NC
6	40	MMR/NC	0 1 0 0	0	0	Rx Rx	Ry Ry A A	P P V 0	6C	MHR/PO
6/6,8	40	MMR/CL	0 1 0 0	0	0	Rx Rx	Ry Ry A A	P P V 1	70	MHR/P2
6,4	5C	MON	0 1 0 1	1	1	R R	0 1 - V	B B B B	74	MIM/VO
6	58	MOR	0 1 0 1	1	0	R R	0 0 - V	B B B B	78	MIM/V2
12	30	MPR/NC	0 0 1 1	0	0	Rx Rx	Ry Ry A A	P P V 1	7C	MDM
12	DO	MPR/CL	1 1 0 1	0	0	Rx Rx	Ry Ry A A	P P V 1	80	PLO
6	44	MRI	0 1 0 0	0	1	R R	- 0 - V	B B B B	84	MMR/NC
6/6,4	8C	MRM	1 0 0 0	1	1	Ry Ry	Rx Rx A A	P P V 1	88	MMR/CL
12	F4	MRP	1 1 1 1	0	1	Ry Ry	Rx Rx A A	P P V 1	8C	MRM
6	84	MRK/NC	1 0 0 0	0	1	Ry Ry	Rx Rx A A	Py Py Px Px	90	SHR/+
6	88	MRK/CL	1 0 0 0	0	0	Ry Ry	Rx Rx A A	Py Py Px Px	94	SHR/-
6	48	MRW	0 1 0 0	1	0	-	R R R -	W W W W	94	FMM
6	38	MTR	0 0 1 1	1	0	R R	- - - -	T T T T	99	FMR
6	48	MWR	0 1 0 0	1	0	R R	- - - -	W W W W	9A	FME
6,4	5C	MZM	0 1 0 1	1	1	R R	- 0 - V	B B B B	9B	FPE

Andra utgåvor  
Reprod.  
F 3070/C. A4

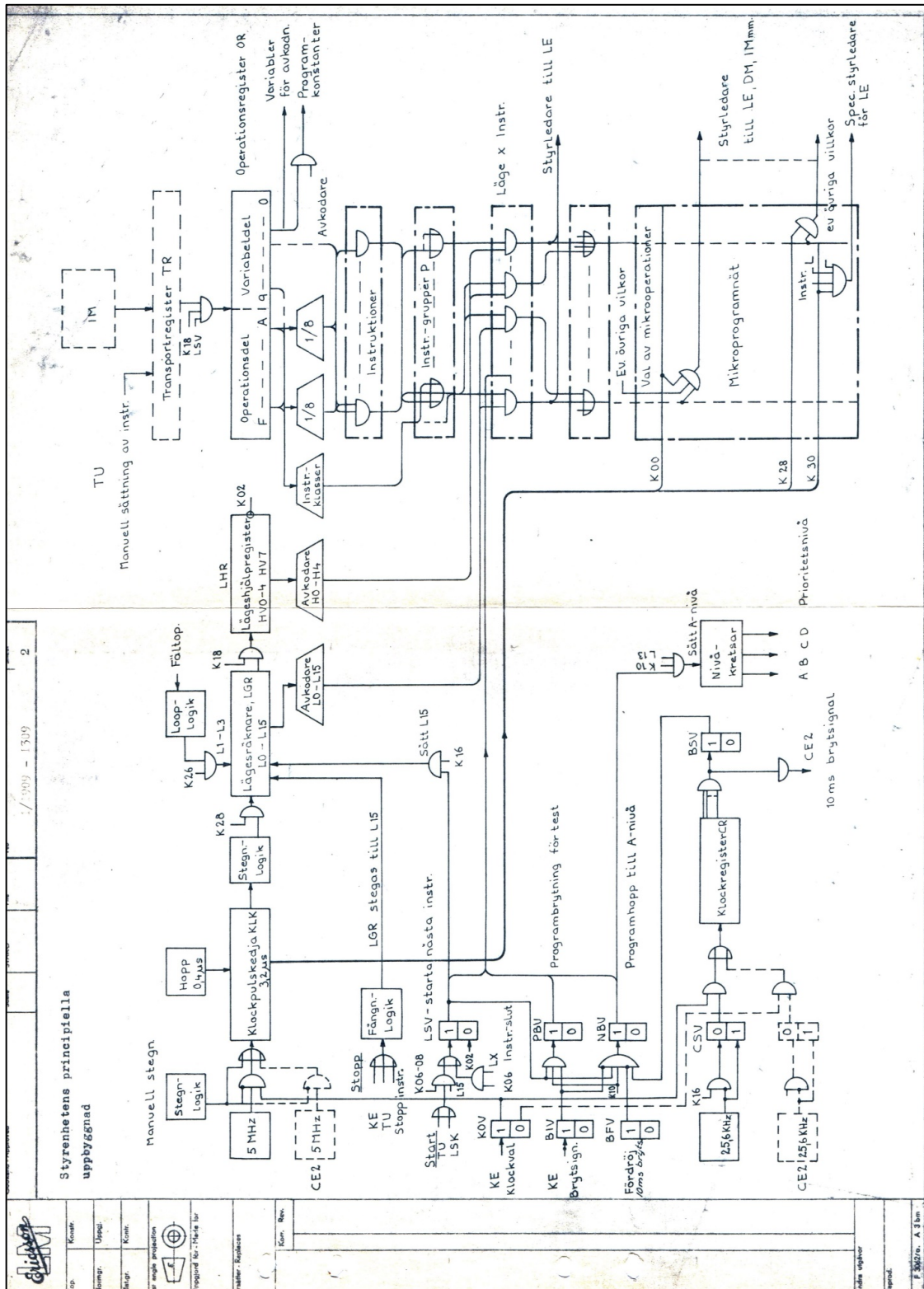


instr.  
 uppgj. Uppgj.  
 kontr. Kontr.  
 angle projection  
 uppgjörd för - Made for  
 ersätter - Replaces  
 Korr. - Rev.  
 1 28.1.71

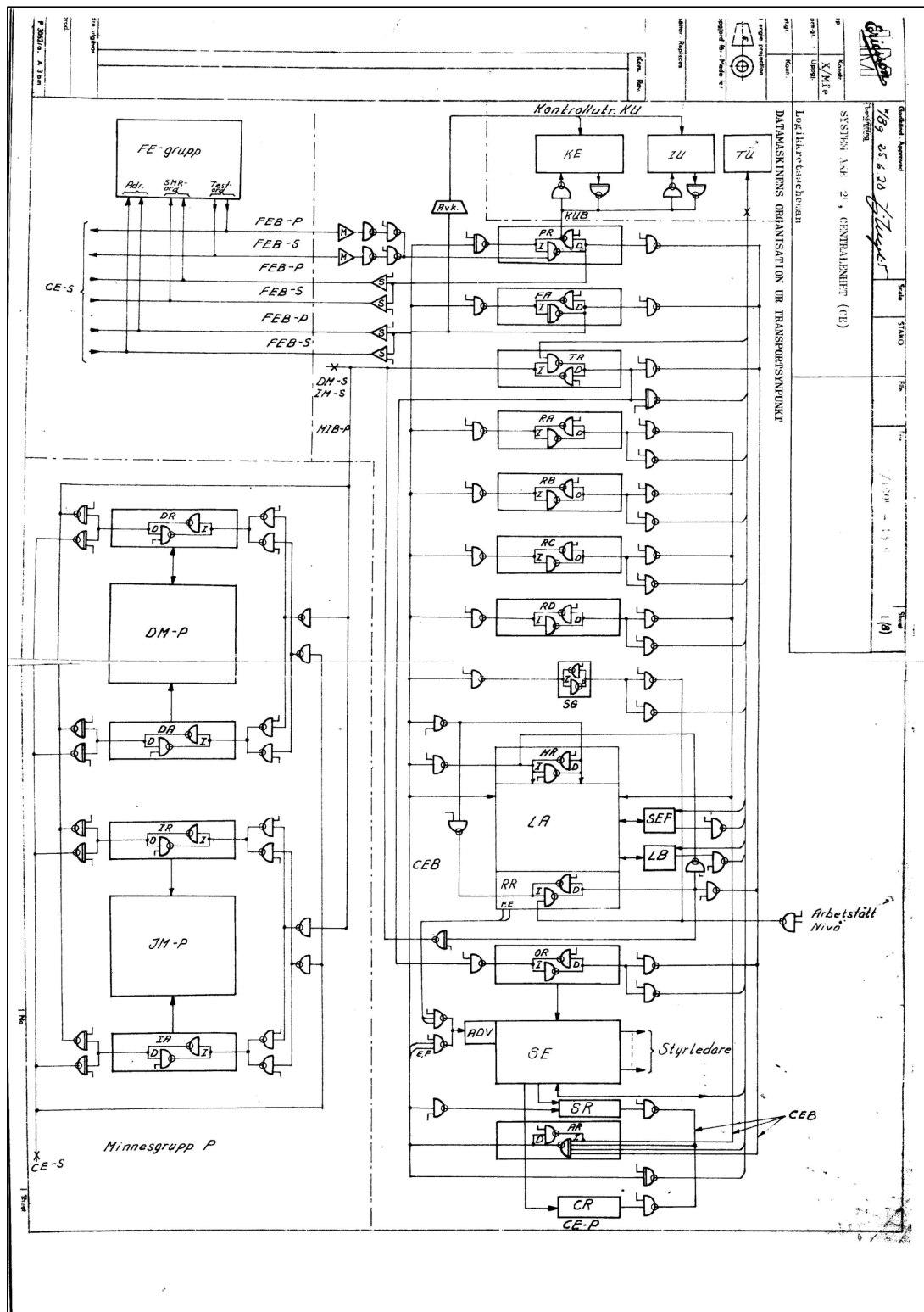
OP TID 1/5	KOD	OP	KOD BINÄR		VARIABLER				KOD F-8	OP	Anm.
			F	A	9	0	0	0			
6	58	MZR	0 1 0 1	1 0 R R	1 0 R R	1 0 - V	B B B B	BO	EMR		
6/6,8	AO	OMR	1 0 1 0	0 0 Rx Rx	Ry Ry A A	Ry Ry A A	B B - -	B4	CMD		
6,4	AC	ORM	1 0 1 0	1 1 Ry Ry	Rx Rx A A	Rx Rx A A	P P V -	B8	ERM		
6	80	PLO	1 0 0 0	0 0 R R	- - - V	- - - V	P P V -	BC	CRD		
6,4	CC	RDA	1 1 0 0	1 1 - -	0 - - -	0 - - -	- - - -	CO	TRL/WO		
6	08	SDA	0 0 0 0	1 0 Rx Rx	Ry Ry - 1	Ry Ry - 1	D D D D	CC	EDA		
6,4	3C	SDM	0 0 1 1	1 1 R R	P P A A	P P A A	D D D D	DO	RDA		
6	10	SDR	0 0 0 1	0 0 R R	P P - 1	P P - 1	D D D D	D8	MPR/CL		
6	4C	SGT	0 1 0 0	1 1 0 0	0 - - C	0 - - C	G G G G	DC	MHC		
6	90	SHR/+	1 0 0 1	0 0 Ry Ry	Rx Rx Z Z	Rx Rx Z Z	- - - -	EO	CHC		
6	90	SHR/-	1 0 0 1	0 0 Ry Ry	Rx Rx Z Z	Rx Rx Z Z	- - - -	E4	SRC		
6,4	18	SMR	0 0 0 1	1 0 Rx Rx	Ry Ry A A	Ry Ry A A	P P V -	E8	XEC		
6,4	EO	SRC	1 1 1 0	0 0 R R	- - A A	- - A A	- - - -	EC	DTI		
6,4	14	SRM	0 0 0 1	0 1 Rx Rx	Ry Ry A A	Ry Ry A A	- - - -	FO	LPL		
6	FF	STO	1 1 1 1	1 1 1 1	H H H H	H H H H	H H H H	F8	AXT/+		
6	00	STZ	0 0 0 0	0 0 0 0	H H H H	H H H H	H H H H	FF	MRP		
6	22	TAR	0 0 1 0	0 0 1 -	R R - -	R R - -	- - - -		CHR		
6,4	56	TAW	0 1 0 1	0 1 1 0	R R R -	R R R -	- - - -		STO		
6	E8	TIA	1 1 1 0	1 1 0 -	- - - -	- - - -	- - - -				
6	20	TRA	0 0 1 0	0 0 0 S	L L L L	L L L L	L L L L				
6	CO	TRL/WO	1 1 0 0	0 0 0 L	L L L L	L L L L	L L L L				
6	2C	TRL/W1	0 0 1 0	1 1 0 L	L L L L	L L L L	L L L L				
6	28	TRL/W2	0 0 1 0	1 1 0 L	L L L L	L L L L	L L L L				
6	26	TRO	0 0 1 0	0 1 1 S	L L L L	L L L L	L L L L				
6	50	TRT	0 1 0 1	0 0 0 L	L L L L	L L L L	L L L L				
6	54	TRW	0 1 0 1	0 1 0 0	- - - -	- - - -	- - - -				
6	24	TRZ	0 0 1 0	0 1 0 S	L L L L	L L L L	L L L L				
3,2+ +op	E4	XEC	1 1 1 0	0 1 R R	- - - -	- - - -	- - - -				

andra utgåvor  
 spred.  
 3070/C. A4

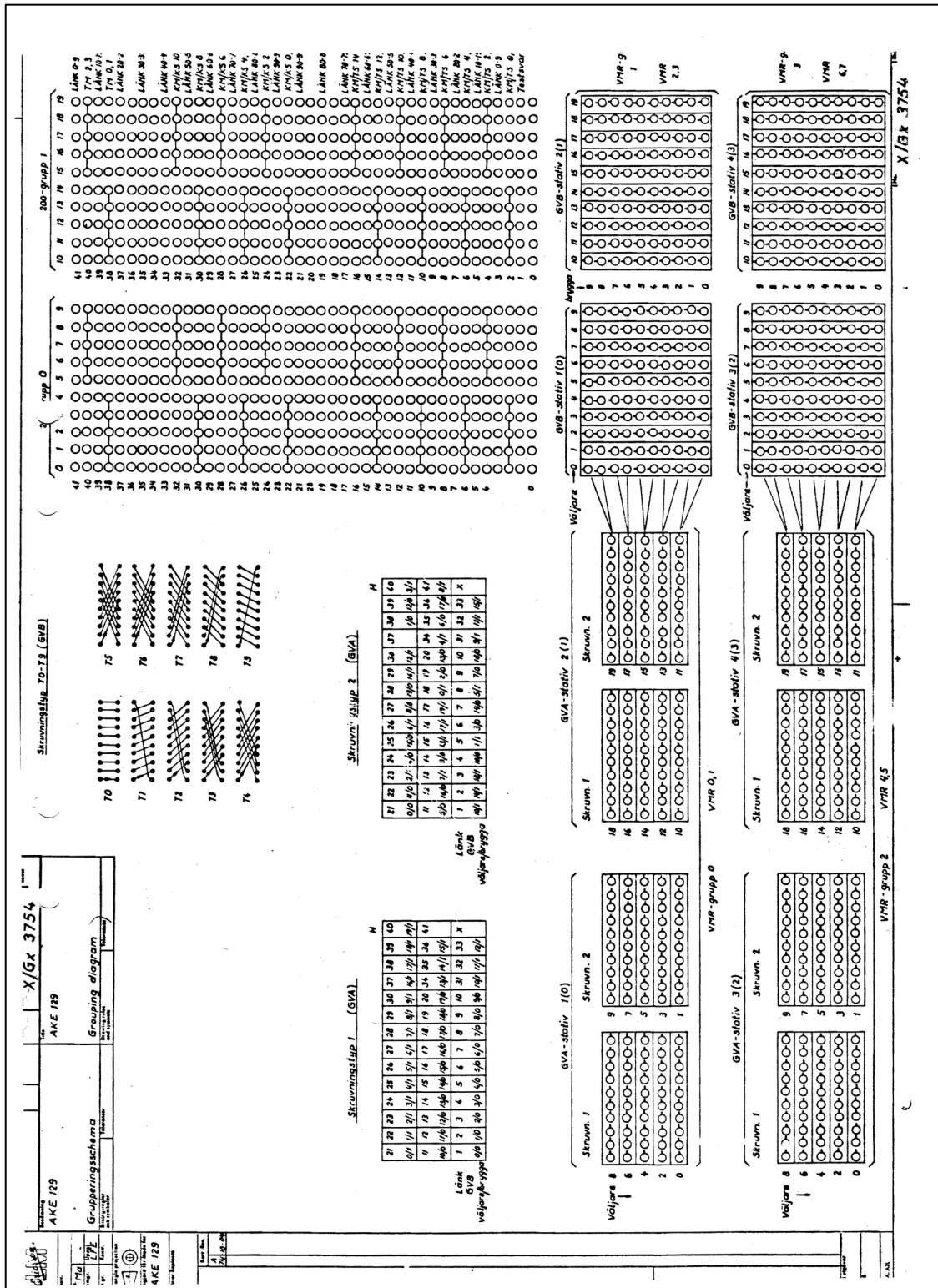
# Bilaga 5 Styrenhetens principiella uppbyggnad



# Bilaga 6 Datamaskinens organisation ur transportsynpunkt



# Bilaga 7 "Kycklingdiagram"





# Bilaga 8 TOMT 856-172B (UF SAMBAND 320-000012) Innehåll

*TOMT 856-172B / 98*

FÖRSVARETS MATERIELVERK	TEKNISK ORDER	UF SAMBAND 320-000012
	1979-04-06	Mtrlgrp: SAMBAND
		Fbet: M7781-002415
		(856-172B)

Tjänsteställe, handläggare	Fastställt av	Ändrad enligt
F :UTM/P Ståhl	R Klitte	
FFV-U/A 5336	/R Hjärter	
P-O Alex R Persson		

856-172 1)
856-71 2)

Telefonväxel AKE 129 M3918-129000 G -lodsvariant

Underhållsföreskrift

	<u>Innehåll</u>	<u>Sida</u>
1	Allmänt	1
2	Erforderlig utrustning	6
3	Tillsyn	6
4	Driftjournal	15
5	Inventering av rd och ue	15
6	Speciella anvisningar	15
6.1	Åtgärder vid kraftavbrott	15
6.2	Åtgärder vid fel i växelriktaren	16
6.3	Inställning av likriktaren	18
6.4	Åtgärder vid säkringsbyte i likriktaren	19
6.5	Trimning av remsläsaren	20
6.6	Instruktion för omladdning	20
7	Remsinnehåll	22
8	Kontrollista	25
9	Tolkningsanvisning, statuskontroll	27

1 Allmänt

1.1 Beskrivning

Denna föreskrift innehåller anvisningar för underhåll av telefonväxel AKE 129 M3918-129000. Tillsynen omfattar funktionskontroll av sådana delar i växeln som inte kontrolleras automatiskt samt funktionskontroll av anslutna förbindelser. Dessutom ingår anvisningar för omladdning av datorn samt en handledning för avhjälpan av fel i kraftutrustningen.

I föreskriften förekommer absolutadresser till data i växeln minnen. Föreskriften gäller därför endast för växlar med inläst stationsprogram variant G (G-lod).

Vid tillsyn av den till växeln anslutna fjärrövervakningsutrustningen hänvisas till separat underhållsföreskrift, TOMT 856-154.

---

1) Ändringarna markerade med streck i marginalen  
2) Inarbetad i denna föreskrift

T 276/79

## **Bilaga 9 ”Mjuka tjänare”**

### **Mjuka tjänare (Ur TIFF 1972-3)**

På vissa anläggningar i radiolänknätet, försedda med den datorstyrda telefonväxeln AKE-129, har problem uppstått med störningar från urladdningar av statisk elektricitet. Den statiska elektriciteten alstras av personalen som vistas i rum med alltför låg luftfuktighet.

Befuktningssystem har installerats för att få en jämnare och högre luftfuktighet i lokalerna men sådana åtgärder räcker inte till under köldperioder, när den intagna friskluften innehåller en liten mängd vattenånga, som efter uppvärmning ger en låg relativ fuktighet.

För att komma tillrätta med problemet provas nu på två anläggningar heltäckningsmattor i lokalerna och i angränsande korridorer. Mattorna är permanent antistatbehandlade och därför speciellt lämpade för ändamålet.

Förutom mattans goda egenskaper vad gäller statisk elektricitet erhåller man dammfriare stativ i lokalerna på grund av att mattan binder nedfallande damm. Dammets virvlar inte upp i samma utsträckning och kan lätt avlägsnas med dammsugare.

Mattan utgör naturligtvis en trivselsfaktor i de för övrigt spartanskt inredda anläggningarna, vilket i sin tur bidrar till ett bättre underhåll.

P O Alex CVA