Några glimtar från automattelefonins pionjärtid

Av Walter Broberg

Slår man upp ordet ''automat'' i en ordbok finner man att det kommer av det grekiska ''automatos'' – av sig själv – och definieras som ''en anordning, som efter igångsättning självständigt utför en regelbunden serie av rörelser eller arbetsoperationer''. Men en automattelefon kopplar ju inte ''av sig själv'' upp ett telefonsamtal (som väl är kanske!). Det är istället abonnenten som med fingerskivans hjälp fjärrstyr stationsutrustningen. Det tyska uttrycket ''Selbstanschluss-Systeme'' är därför mer riktigt än automatsystem.

Här kommer dock automatsystem och automattelefoni att användas på vedertaget sätt. En telefonstation kallas sålunda *helautomatisk* om abonenten själv kopplar samtalet, *halvautomatisk* om abonnenten först måste anropa en telefonist, som sedan slår önskat nummer varefter automatutrustningen kopplar upp samtalet.

Kopplingsteknik

När telefonen kom hade morsetelegrafin utvecklats under mer än ett kvarts sekel och mycket av tekniken kunde överföras på telefonin. Detta gäller bl a metoder för att koppla samman olika linjer över en växel, vilket dittills gjorts på manuell väg.

Men redan år 1879, tre år efter uppfinningen av telefonen, sökte tre amerikaner M Daniel Connolly, Thomas E Connolly och Thomas McTighe patent på ett kopplingssystem, som abonnenterna själva kunde fjärrstyra. Deras anordning innehöll faktiskt flera idéer, som senare kom att tillämpas inom automattelefonin, exempelvis en roterande impulsgivare, som åstadkom avbrott och slutningar i strömkretsen mellan telefonapparaten och den med elektriska impulser manövrerade väljaren på stationen.

Trots flera senare förslag till förbättringar synes det inte ha blivit någon praktisk tillämpning.

Under det följande decenniet kommer några andra förslag och vi möter bl a namnen Frank Lundquist samt John och Charles J Erickson. Med finansiell hjälp från två herrar med de lika svenskklingande namnen John och Gus Anderson i Lindsborg, Kansas, genomfördes en del experiment men någon praktisk tillämpning tycks det inte blivit.

Den första automatstationen

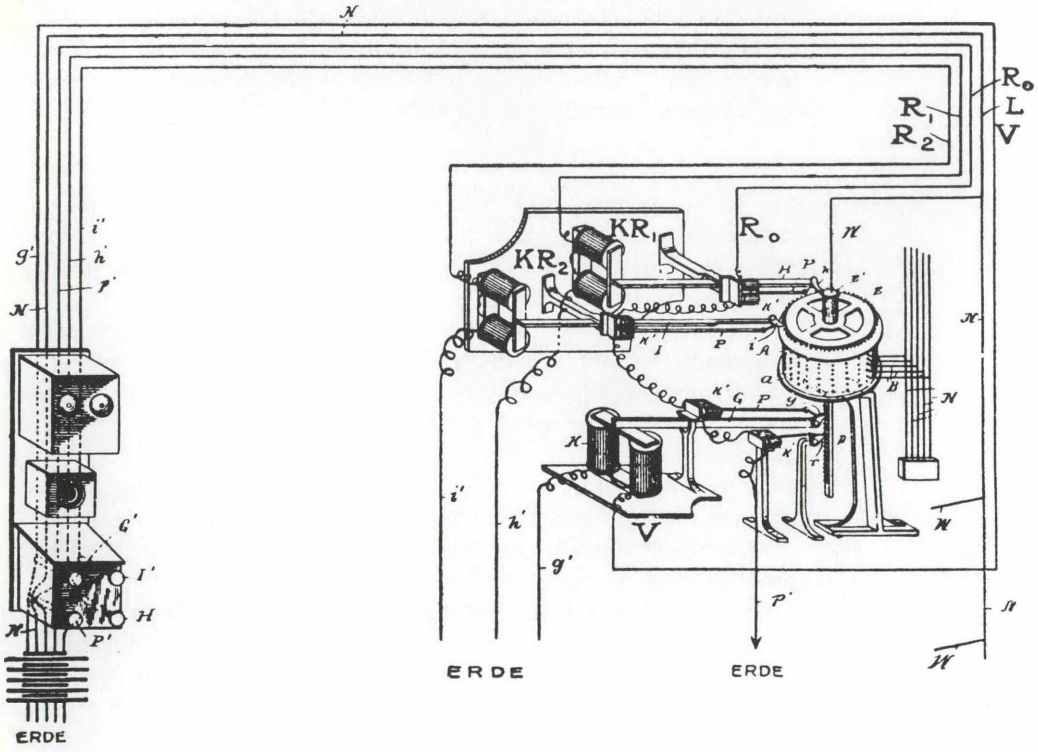
Det är ett intressant faktum att de stora innovatörerna inom teletekniken inte varit fackmän utan representerat helt andra yrken. Grundförutsättningen, upptäckten av den galvaniska strömmen, gjordes av anatomiprofessorn Luigi Galvani, porträttmålaren Samuel Morse uppfann morsetelegrafin, talpedagogen Alexander Graham Bell anses ha uppfunnit telefonen och det var en ung studerande, Guglielmo Marconi, som främst bidrog till införandet av den trådlösa telegrafen.

I fråga om automattelefonin fullföljdes denna tradition av begravningsentreprenören i Kansas City Almon B Strowger. Han hade länge funderat över hur man skulle kunna eliminera telefonisterna som retade honom med dåliga, nonchalanta expeditionsmetoder. Tydligen kunde han inte lämna dessa tankar ens under sin tjänsteutövning. Ty en dag då han satt i

1. Strowgers första förslag till fjärrstyrd koppling.

Till höger den "kragaskliknande" väljaren med fältkontakter på insidan av cylinderytan och i cylinderaxelns längdriktning en vertikal stång med en radiell kontaktarm. Stången kan lyftas vertikalt och vridas runt med hjälp av elektromagnetiska stegmekanismer så att kontaktarmen kan beröra vilken som helst av alla fältkontakterna.

Till vänster telefonapparat med tryckknappskontakter, som kan åstadkomma strömimpulser i ledningarna till stationen och därmed manövrera stegmekanismerna. Det fanns en knapp för hundratalssiffran, en för tiotals- och en för entalssiffran. (Efter Smith & Aldendorff, 1910. Foto Televerket.)



kyrkan och förströtт vred på sina nystärkta manchetter fick han plötsligt en idé om hur problemet skall kunna lösas! När han sedan kom hem demonstrerade han för sina närmaste hur han tänkt sig saken och han använde då en rund kragask som modell för en väljare. Händelsen torde ha inträffat i början av 1890-talet och idéerna utvecklades vidare tillsammans med brodern William D Strowger samt dennes son Walter Strowger (figur 1).

Uppfinningen patenterades och för exploatering bildades ett bolag ''Strowger Automatic Telephone Exchange. ''Man tycks ha arbetat energiskt ty redan den 3 november 1892 kunde den första publika telefonstationen öppnas, där abonnenterna själva kopplade sina samtal. Automattelefonin kan sålunda i år, 1982, fira sin nittioårsdag.

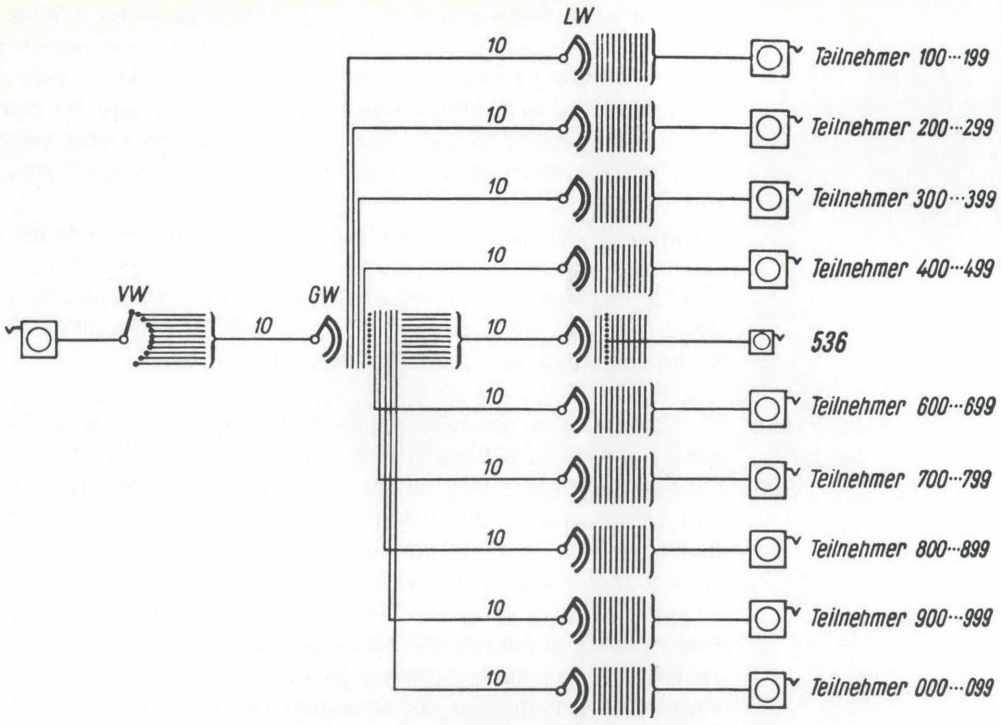
Gruppväljare och fingerskiva, omkring år 1896

De tidigare nämnda uppfinnarna bröderna Erickson samt Frank Lundquist hade jämte A E Keith anställts hos Strowgers företag och kom att lämna väsentliga bidrag till den fortsatta utvecklingen av strowgersystemet. Den ovannämnda första stationen, belägen i Le Porte, Indiana, kunde maximalt ta emot 100 abonnenter och inställningen av önskat nummer skedde med hjälp av tryckknappar. Vidare hade varje abonnent en egen väljare. Den obekväma inställningen med knappar ersattes år 1896 med fingerskiva. Det må nämnas att bröderna Connolly och McTighe redan år 1879 antytt en roterande impulsgivare och Strowger lär själv tidigare ha experimenterat med en sådan anordning. Strowgers första fingerskiva liknade i princip den som ännu används. Istället för hål fanns ansatser, som man satte fingret mot för att vrida skivan mot fingerstoppet. När man släppte skivan återgick den till utgångsläget under kontroll av en spärrmekanism. Därvid åstadkoms avbrott och slutningar i abonnentledningens strömkrets, som styrde väljaren på stationen.

En nödvändig förutsättning för utvidgad användning var att öka stationsstorleken. Att öka den enskilda väljarens kapacitet går emellertid endast till en viss gräns och med hänsyn till att väljaren drivs direkt av dekadiskt uppbyggda impulsserier hade man stannat för en *ledningsväljare* med kapaciteten 10×10=100 linjer. För att nå ett större antal abonnenter inrättades före ledningsväljaren en s k *gruppväljare*, som först väljer ut hundratalet.

Med ett gruppväljarsteg kunde man då nå 10×100 abonnenter, med ytterligare ett gruppväljarsteg 10×10×100=10 000 abonnenter osv. Gruppväljare infördes ungefär samtidigt med fingerskivan. Men när man nu skulle bygga större stationer blev det orimligt dyrt att förse varje enskild abonnent med egna väljare. Men man visste från den manuella telefonin att även under s k ''bråd tid'' var det bara en bråkdel av abonnenterna, ca 10 % , som samtidigt stod i samtal. Man försåg då varje hundratal abonnenter med tio gemensamma ledningsväljare, till vilka samtliga abonnenter inom hundratalet var anslutna, ''multiplicerade''. Efter samma principer reducerades antalet gruppväljare.

För att alla abonnenter skulle kunna utnyttja detta reducerade antal kopplingsorgan har flera metoder använts. Ett sätt är att förse varje abonnent med en egen s k förväljare av enkel konstruktion och med liten kapacitet, ex tio linjer, som är anslutna till tio gruppväljare.



2. Direktstyrt system för 1 000 linjer. Abonnenten till vänster ringer upp nr 536. Varje abonnent har en individuell förväljare och är dessutom ansluten till var och en av tio för resp hundratal gemensamma ledningsväljare.

Vid anrop startas förväljaren VW automatiskt och ansluter abonnentledningen till en ledig gruppväljare GW bland de tio anslutna gruppväljarna.

Abonnenten får summerton och slår hundratalssiffran 5. Gruppväljaren ställs in på femte hundratalet och kopplar förbindelsen vidare till en ledig ledningsväljare LW inom hundratalet. Abonnenten slår sedan tiotals- och entalssiffrorna 3 och 6 och ledningsväljaren kopplar förbindelsen till nr 36. Är nr 536 upptaget utgår upptagetton, i annat fall utgår ringsignal till nr 536. (Efter Hettwig 1942. Foto Televerket.)

Figur 2 visar ett system för max 1 000 linjer med förväljare, gruppväljare och ledningsväljare och hur man inom detta kopplar upp ett samtal till abonnenten nr 536.

Den optimala anpassningen av antalet kopplingsorgan och trafikvägar är av stor ekonomisk betydelse och behandlas numera med avancerade matematiska metoder. Antydningsvis kan nämnas att procentuella antalet behövliga trafikvägar sjunker vid stigande antal abonnenter: om exempelvis 100 abonnenter behöver tio trafikvägar (10 %) så behöver 1 000 abonnenter inte 10 % av 1 000=100 trafikvägar utan kanske bara 60 à 70 (6 à 7 %).

Strowgersystemets vidare utveckling

Redan vid tiden för sekelskiftet hade Strowgers väljare fått det utförande, som sedan kom att bibehållas under många år (figur 4). Väljaren är jämte hela systemet i övrigt av ganska enkel och överskådlig konstruktion.

Väljarstegen är dekadiskt uppbyggda och har egna manöverorgan, som direkt påverkas av impulserna från fingerskivan. Man brukar kalla ett sådant system *rakt* eller *direktdrivet*. I detta fall drivs väljaren dessutom av en stegmekanism, man talar då om *steg-för-stegdrivna* system resp väljare.

Visserligen var Strowger först med ett automatsystem men detta skulle ändå inte fått så stor spridning om inte systemet också haft många goda egenskaper. För några tiotal år sedan räknade man med att större delen av världens automattelefoner betjänades av system av strowgertyp. Många av grundprinciperna har också funnit användning i andra system med helt annan konstruktion och kapacitet hos väljarutrustningen. År 1901 övertogs i USA tillverkningen av Strowgers system av Automatic Electric Company, Chicago, som sedermera även etablerade sig i Europa.

Lorimers maskindrivna system

Fram till slutet av 1800-talet tycks strowgersystemet varit det enda funktionsdugliga automatsystemet och en del stationer byggdes också. Men omkring sekelskiftet började det s k Lorimersystemet komma i marknaden. Detta var resultatet av ett flerårigt konstruktionsarbete av kanadensarna Romain Callender och tre bröder Lorimer. Callender var musiklärare och lär ha uppfunnit någon sorts orgel och åtminstone en av bröderna, Hoyt Lorimer, var juridiskt utbildad, historien upprepas sålunda i fråga om konstruktörernas yrken. Jämfört med Strowgers direktdrivna system med steg-för-stegväljare uppvisar Lorimers system flera nya lösningar. Mest intressant är att väljarna drivs på mekanisk väg genom hopkoppling med ett ständigt roterande axelsystem (figur 3). Ett sådant system brukar kallas *maskindrivet.*

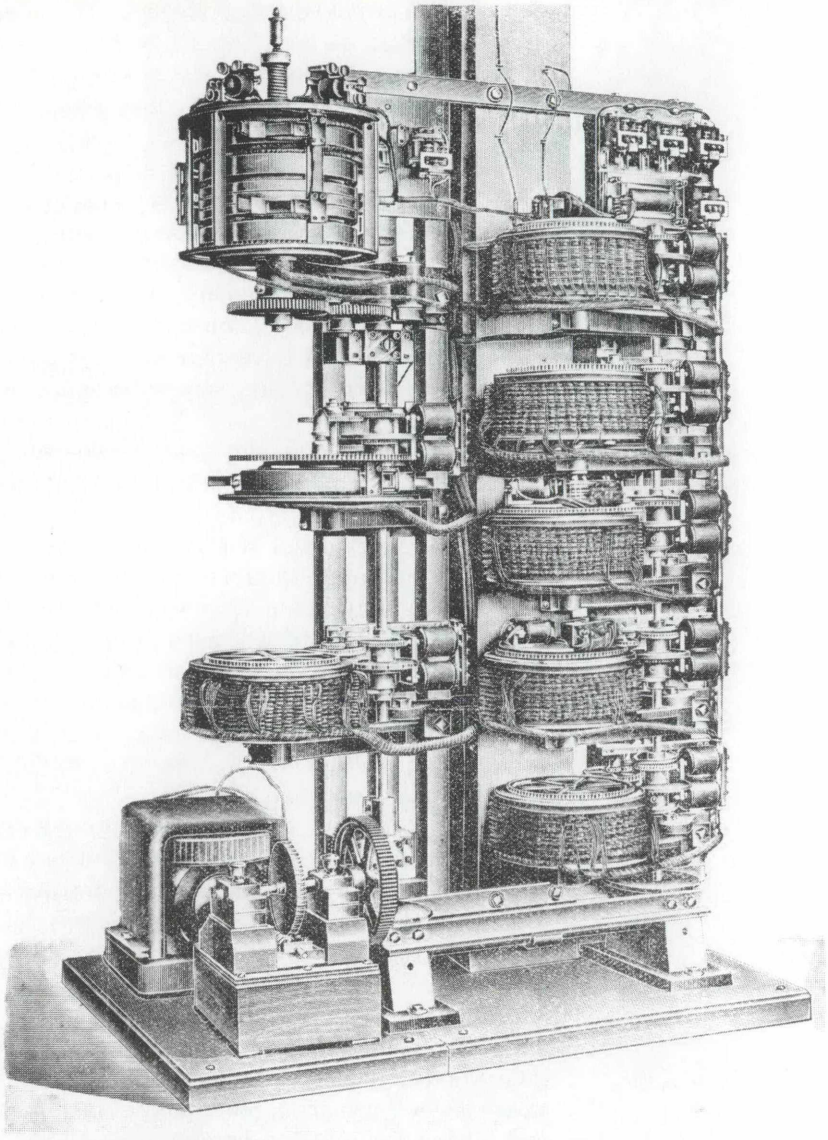
Utgår man från principen med en rörlig kontaktarm, som släpar mot fasta fältkontakter, innebär maskindriften flera fördelar. Man får betydligt större drivkraft till förfogande varigenom väljaren kan konstrueras mer robust och driftsäker. Väljaren kan nu inte dirigeras direkt av sifferimpulserna utan dessa tas emot och lagras i ett s k register, som sedan startar väljarna och kontrollerar samtalets uppkoppling. Detta kan synas som en komplikation men medför vissa fördelar, bl a för trafikdirigeringen i stora nät exempelvis med riktnummer och abonnentnummer. Vidare blir väljarens kapacitet inte bunden till det dekadiska talsystemet ty eftersom väljarinställningen är separerad från siffermottagningen kan registret genom s k omräkning alltid dirigera väljaren fram till rätt läge oberoende av hur många fältkontakter väljaren har.

Lorimers system lär ha fungerat bra och fick användning på flera stationer i hemlandet Kanada och även i England skall en sådan station ha installerats.

Western Electrics maskindrivna system

I USA drivs telefonverksamheten i privat regi och domineras helt av American Telephone and Telegraph Co, världens i särklass största teleförvaltning, ofta i förkortad form kallad A T & T. Tillhörande industrier Western Electric Co Inc är också världens största tillverkare av telemateriel.

Det berättas att Strowger på sin tid försökte intressera denna fabrik för sina idéer om automattelefoni. Att han inte skulle få något gehör var från

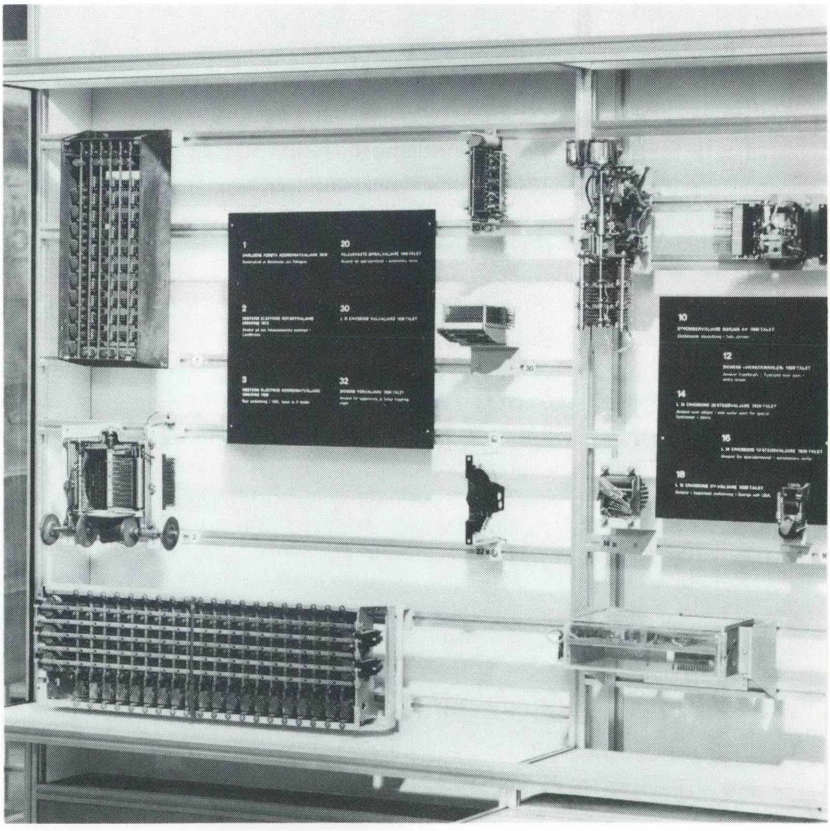


3. Mindre växel enligt Lorimers system.
Nedtill till vänster en elmotor, som driver det ständigt roterande axelsystemet. Väljarna har cylindrisk form med fältkontakter på cylinderytan och i likhet med strowgerväljaren en rörlig axel med en kontaktarm inuti. Väljararmens rörelse åstadkommes genom mekanisk hopkoppling med det roterande axelsystemet via elektromagnetiskt manövrerade kopplingar. (Efter Smith & Aldendorff 1910. Foto Televerket.)

början självklart. – Inte minst inom telefonindustrin var prestigen av mycket stor betydelse och den tillät inte att en begravningsentreprenör skulle lära världens största telefonfabrik att tillverka telefonväxlar. Men det berättas också att enskilda tjänstemän inom A T & T visat intresse och tydligen förstått att se framåt inom kopplingstekniken.

När så den kanadensiska Lorimerväxeln uppenbarade sig på marknaden fick Western Electric ändra inställning och kom kort tid därefter med ett eget maskindrivet system, som på grund av väljarens rotationsrörelse

4. Några olika typer av väljare.
1 Betulander–Palmgrens kombinationsgrupp från år 1919.
2 Western Electrics Rotary-väljare, använd i Landskrona. Det cylinderformade kontaktfältet har fältkontakter för 200 linjer. I mitten en vertikal stång med en vridbar ram som uppbär kontaktarmar. Rörelsen erhålles genom mekanisk hopkoppling med en ständigt roterande horisontell axel, nedtill på bilden.
3 Western Electrics koordinatväljare från år 1938. Principiellt en kopia av den svenska förebilden men väl genomarbetad ur tillverkningssynpunkt.
10 Strowgerväljare från 1900-talets början. Nedtill cylinderformade kontaktfält, i mitten en vertikal stång med kontaktarmar. Stången kan lyftas och vridas med hjälp av stegmekanismer så att kontaktarmarna förflyttas fram till önskad fältkontakt.
12 Siemens Viereckwähler, 1920-talet, en utvecklad form av strowgerväljare. (Foto från Telemuseum, Televerket.)



kallades Rotary System. Som konstruktör nämns Frank R McBerty, ett namn som återfinnes på flera telefontekniska patent. Maskindriftens möjlighet att bygga väljare med en kapacitet som inte behöver vara en multipel av talet 10 har utnyttjats, rotaryväljarens kapacitet är 200 linjer (figur 4). Som tidigare nämnts blir procentuella antalet behövliga trafikvägar för en grupp abonnenter mindre ju större gruppen är och det kan då vara motiverat att öka väljarstorleken för att samtidigt kunna minska antalet väljare.

Rotarysystemet kom att få rätt stor användning på många håll utanför hemlandet. Det tycks dock inte riktigt passat i USA ty bara efter några år, man tycks ha börjat omkring år 1912, kom Western Electric med ett nytt system som skulle vara speciellt anpassat till amerikanska storstadsbehov. Detta var också maskindrivet och fick namnet Panel System eftersom väljararmarna här rörde sig utmed en plan yta. Här har man gått ännu längre med ökning av väljarkapaciteten, 500 linjer. Tyvärr har det inte gått att få en bra bild av detta monstruösa maskineri och det är heller inte känt vem som stått för konstruktionen. Stativen är över 3 meter höga och har upptill ett kontaktfält för 500 linjer, orienterade ovanför varandra. Kontaktfältet sträcker sig i sidled ut framför vertikalt rörliga väljararmar, 30 stycken på varje sida av stativet. Upptill är armarna försedda med kontakter, nedtill finns en metallskena. Den upp- och nedgående rörelsen åstadkommes genom att med rullar pressa metallskenan mot ständigt roterande, korkklädda valsar, en för långsam och en för snabb uppgående rörelse samt en för nedgående rörelse.

Under en följd av år utrustades många amerikanska storstationer med Panel System. Andra länder synes ha klarat sig från att begåvas med sådana konstigheter! Det kan tilläggas att Western Electric sedermera även fick ändra uppfattning ifråga om strowgersystemet genom att ta upp det på tillverkningsprogrammet.

Utvecklingen under de första åren

Automattelefonin inte bara kom till i USA, de första årens utveckling skedde också i detta land, den kanadensiska Lorimerväxeln representerar mera ett tillfälligt inhopp. I övrigt följdes de amerikanska förebilderna i den mån experiment gjordes på andra håll. När tillverkning togs upp utanför USA var det också amerikanska system som kom ifråga. Siemens exempelvis tog tidigt upp tillverkning av strowgersystem, engelska fabriker likaså.

Dessutom levererades strowgersystem och rotarysystem från USA och från amerikanska dotterföretag i Europa. Under flera decennier dominerades automattelefonin sålunda av amerikanska konstruktioner och system.

Varför lösa ett elektrotekniskt problem med mekanik?

Att etablera de elektriska kontaktsammanhang, som behövs för att koppla upp ett telefonsamtal, är ju onekligen ett *elektrotekniskt* problem. Den manuella kopplingsteknik, som delvis övertogs från telegraftekniken för att sedermera utvecklas, betjänade sig också av enkla, elektrotekniska don av typen reläer, omkastare, proppkontakter m m. Men när sedan telefonisterna skulle ersättas med fjärrstyrda apparater börjar man genast tillgripa mekaniska lösningar.

Att begravningsentreprenören Strowger, musikläraren Callender och juristen Hoyt Lorimer fann det lättare att spekulera på det sätt de gjorde kan vara förståeligt, särskilt som det skedde under automattelefonins allra första år.

Men att sedan världens största telefonfabrik, med tillgång till elektroteknisk och telefonteknisk sakkunskap, fortsätter i samma fotspår och låter sina mekaniska konstruktörer frossa i att lösa elektrotekniska problem med mekanismer av typ Panel System – det verkar för författaren obegripligt! Och inte blir det lättare att förstå av att andra väletablerade teleföretag under en lång följd av år gjorde samma sak.

Så sent som efter andra världskriget försökte exempelvis Standardkoncernen introducera ett mekaniskt komplicerat "Universal System", Siemens kom med s k motorväljare, som drevs av en synkronmotor arbetande synkront med fingerskivspulserna, bl a en med det praktfulla namnet "Edelmetallkontaktmotorkoordinatenwähler". Och Philips försökte komma in på telefonimarknaden med en sofistikerad maskinväljare, som drevs med cykelkedjor.

Som senare skall visas kan samtliga väljarproblem inom automattekniken lösas med användning av ett enda elektrotekniskt don, det elektromagnetiska reläet, f ö ett arv från telegraftekniken. Och då får man på köpet en väljare med oöverträffad driftsäkerhet, slitstyrka och snabbhet!

Utvecklingen i Sverige

Telegrafverkets tidiga intresse för automattelefoni markeras av den experimentverksamhet, som G A Betulander bedrev vid Telegrafverkets Verkstad redan på 1890-talet. Ett mindre antal små automatväxlar tillverkades där under 1900-talets första år. Telefondirektören Axel Hultman och linjeingenjören Herman Olson vid Telegrafverket företog år 1910 en studieresa till USA och blev då övertygade om att automattelefonin hade framtiden för sig. Säkerligen av försiktighetsskäl ansågs vid den tiden allmänt att halvautomatisk trafik var att föredra. När därför Telegrafverket ville pröva automatisk trafik i större skala valdes ett halvautomatiskt Rotarysystem, som inköptes från Western Electric och sattes i drift i Landskrona år 1915, f ö det enda utländska system som Telegrafverket provat i praktisk drift. Men man var inne på att telefonlandet Sverige borde ha ett system av svenskt ursprung. Misstänksamheten mot de utländska konstruktionerna var nog välbetänkt och besannades f ö av erfarenheterna från Landskronastationen. Både Hultman och Olson hade redan efter hemkomsten från USA-resan börjat arbeta på egna systemlösningar. Medan Olson höll sig till steg-för-stegdrivna väljare kom Hultman så småningom in på maskindrivna väljare av jätteformat, 10 000 linjer, som arbetade mot ett gemensamt multipelfält bestående av raka, oisolerade trådar, s k blanktrådsmultipel.

Utvecklingen vid AB Autotelefon Betulander, senare Nya AB Autotelefon Betulander

Under 1890-talet hade Gotthilf Ansgarius Betulander anställts vid Telegrafverkets Verkstad där han var sysselsatt med konstruktion av automatiska växlar under tiden fram till år 1910.

Han tog sedan tjänstledigt från Telegrafverket för att ägna sig åt egen utvecklingsverksamhet. Ett bolag bildades för detta, A B Autotelefon Betulander, bland vars intressenter märktes den kände industrimannen

Oscar Carlson, Fosfatbolagets grundare. Lokaler disponerades i en f d bilfabrik på Liljeholmen och bland den anställda personalen fanns den unge ingenjören Nils Palmgren.

Från sina tidigare experiment hade Betulander kommit fram till att automattelefonins problem inte skulle lösas med invecklade mekanismer utan med elektrotekniska don av enklaste tänkbara typ. På den tiden representerade elektromagnetiska telefonreläet en sådan komponent, (fig 6), i dag kan vi peka på transistorn.

Tanken borde egentligen ligga nära till hands särskilt som stora mängder reläer används i alla typer av automatsystem för andra ändamål än som väljare. Amerikanen Clement hade också försökt bygga reläväljare men då man behövde 100 reläer för att åstadkomma en väljare med kapaciteten 100 linjer hade kostnaderna blivit orimligt stora.

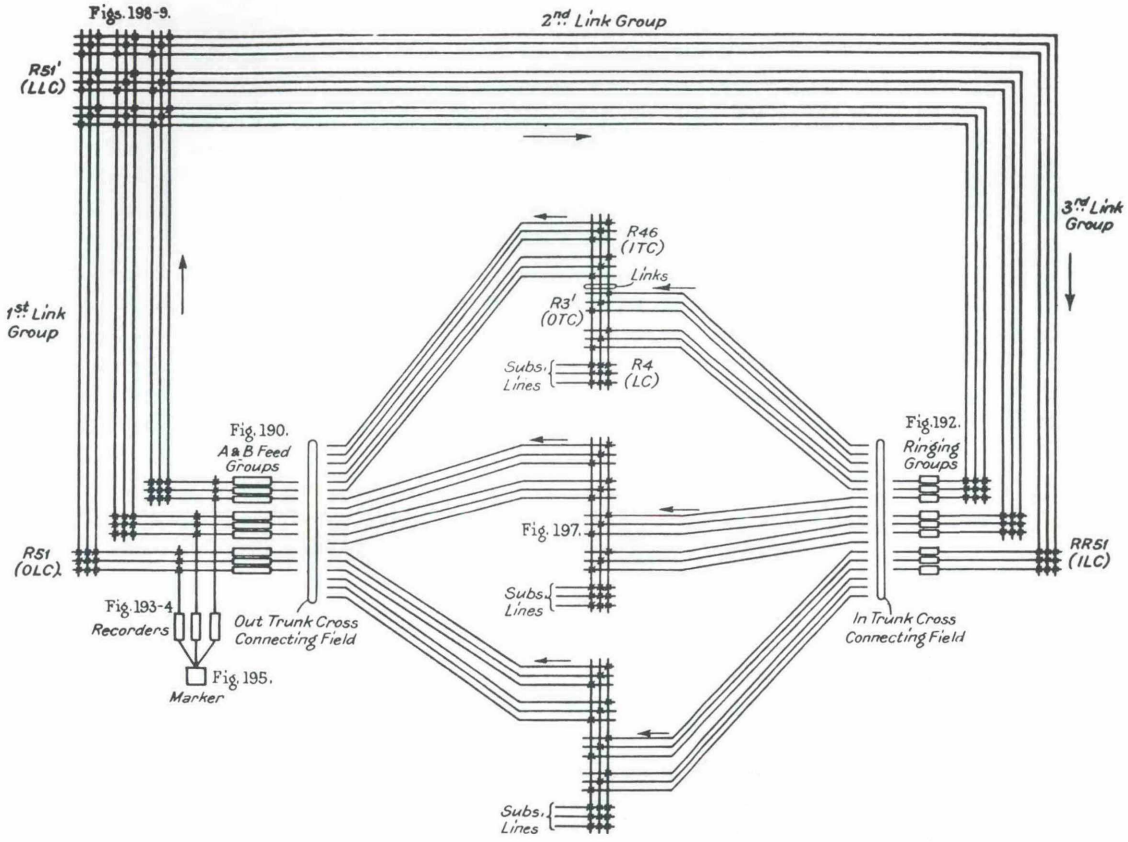
Men system med reläväljare fick oöverträffad driftsäkerhet, slitstyrka och snabbhet och Betulander räknade med att detta skulle tillgodoräknas vid en kostnadsjämförelse. Som en fördel räknade han också med att masstillverkning av en enda enkel komponent skulle ställa sig gynnsam i jämförelse med tillverkningen av de mekaniska systemens många olika anordningar.

Betulander blev sålunda den förste som målmedvetet arbetade på en rent elektromagnetisk lösning. Men att gå vidare med kända systemprinciper och enbart byta ut steg-för-steg- och maskindrivna väljare mot relägrupper visade sig bli alltför dyrt. Man kan exempelvis ersätta en strowgerväljare, som har en ingång och 100 utgångar, med 100 reläer. Men dessa kan inte bara kombineras så att man får en ingång och 100 utgångar utan även på många andra sätt. Genom att sålunda utnyttja reläväljarnas speciella egenskaper kom man fram till den s k länkkopplingsprincipen, som medgav en betydlig minskning av antalet behövliga reläer.

Denna, som det skulle visa sig, synnerligen betydelsefulla uppfinning patentsöktes av Betulander och Palmgren år 1912. Detta innebar helt nya schematekniska principer, som visserligen medförde en komplicering men som å andra sidan använde sig av mycket enkla komponenter. Genom den höga funktionshastigheten kunde vissa funktioner koncentreras till ett fåtal gemensamma organ. I figur 5 visas ett förenklat schema för ett länkkopplat reläsystem för 1 000 linjer. Den ''marker'' (markör) som visas i figuren och som momentant verkställer uppkopplingen av ett samtal genomför detta på en tiondedels sekund. Tack vare reläernas höga driftsäkerhet räcker det med en enda markör för hela stationen. Figur 6 visar ett relä och ger ett begrepp om enkelheten hos en sådan komponent. System av ovan nämnd typ brukar kallas *länksystem* eller *markörsystem*. En del anläggningar byggdes, framför allt i England, där patentöverenskommelse träffats med firman Relay Automatic Telephone Co, ett med Marconibolaget associerat företag.

Betulanderbolaget förlorade troligen ett betydelsefullt stöd när Oscar Carlson gick bort år 1916 samtidigt som det pågående världskriget medförde ekonomiska problem av olika slag.

Men Betulander och Palmgren arbetade oförtrutet vidare och år 1919 gjordes ännu en mycket betydelsefull uppfinning. Den kallades kombina-



5. Länkkopplat reläsystem för 1 000 linjer.

Linjerna markerar trafikvägar, länkar (''links''), som kan sammankopplas i korsningspunkterna med reläer. Abonnenterna, tre visas i bildens mitt, är anslutna på ett enda ställe till ett antal länkar, som i sin tur korsar länkar för avgående trafik i pilens riktning och för ankommande trafik. Vid anrop kopplas abonnentledningen till ett register – ''recorder'' i figuren – som tar emot siffrorna och vidarebefordrar dem till en för hela stationen gemensam markör (''marker''). Momentant och med stor hastighet tar markören reda på lediga länkar fram till önskad abonnent och kopplar in reläerna i korsningspunkterna. Uppkopplingen kontrolleras på elektrisk väg genom kvarhållningsström genom reläerna, nedkoppling sker genom att bryta denna ström. Som jämförelse kan nämnas att i steg-för-stegdrivna eller maskindrivna system kontrolleras uppkopplingen på mekanisk väg, vid nedkoppling sätts väljarna på nytt i rörelse för att återgå till utgångsläge. (Efter Aitken, 1921. Foto Televerket.)

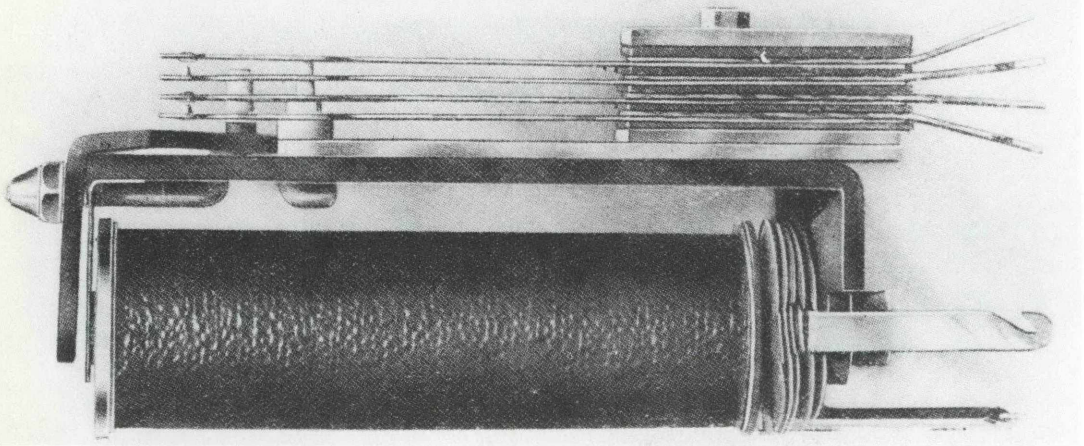
tionsgrupp och avsåg att ersätta relägrupperna i länksystemen med en anordning, som med bibehållande av reläernas alla egenskaper kunde framställas till ett betydligt billigare pris (figur 4 och 7).

När den senare kom att användas som steg-för-stegdriven väljare i ett direktdrivet system ändrades namnet till koordinatväljare (figur 8). Detta syftar på de "koordinater" i form av vinkelrätt korsande stänger och bryggankare med vars hjälp kontaktfjädergrupper i korsningspunkterna kan manövreras.

År 1920 övertogs Nya AB Autotelefon Betulander av LM Ericsson varvid ingenjör Nils Palmgren samtidigt anställdes. Ingenjör Betulander återgick till sin forna tjänst i Telegrafverket, dock inte till Telegrafverkets Verkstad, som flyttat till Nynäshamn, utan till linjebyråns konstruktionsavdelning i Stockholm.

Därmed avslutades en betydelsefull epok i automattelefonins historia.

6. Relä, använt i länkkopplat reläsystem enl. fig 5.
Rulle med magnetlindning nedtill. Till vänster reläankaret, som vilar mot den L-formade reläbryggan. Ovan reläfjädergruppen med fasta kontakter av ädelmetall, vanligen silver eller silverlegeringar. Fjädergruppen påverkas av det L-formade ankarets hävarm ovanför bryggan.
I ett reläsystem ersätter detta enkla don alla mer eller mindre komplicerade väljare och andra liknande anordningar.
De små rörelserna hos ankaret ger snabb funktion och obetydligt slitage. Ädelmetallkontakterna ger hög kontaktsäkerhet. (Efter Aitken 1921. Foto Televerket.)

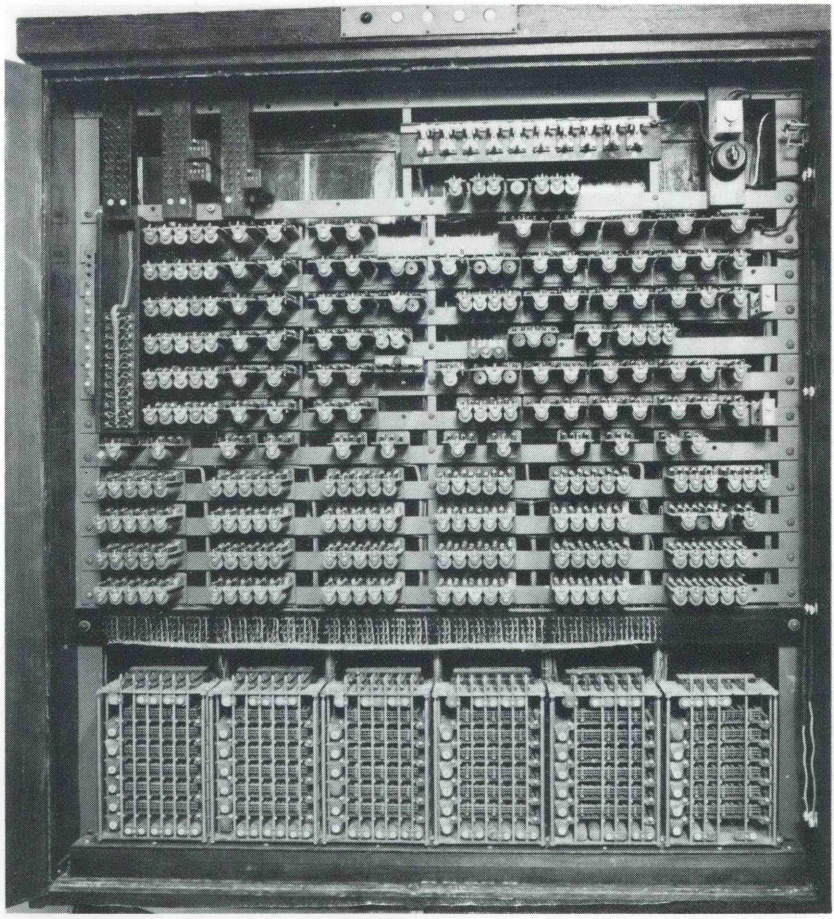


Prov med svenska automatsystem

Driftserfarenheterna från den amerikanska rotarystationen i Landskrona ökade ingalunda tilltron till de utländska systemens driftsäkerhet. Man beslöt att göra praktiska fältprov med tre olika svenska system, som var i drift under åren 1917–1920: ett maskindrivet enligt Axel Hultmans konstruktion, tillverkat av L M Ericsson, (figur 9) ett steg -för-stegdrivet enligt Herman Olsons konstruktion, tillverkat av Telegrafverkets Verkstad, samt ett länkkopplat reläsystem, tillverkat av Betulanderbolaget. Detta sistnämnda system kompletterades år 1919 med ett antal av den nykonstruerade kombinationsgruppen.

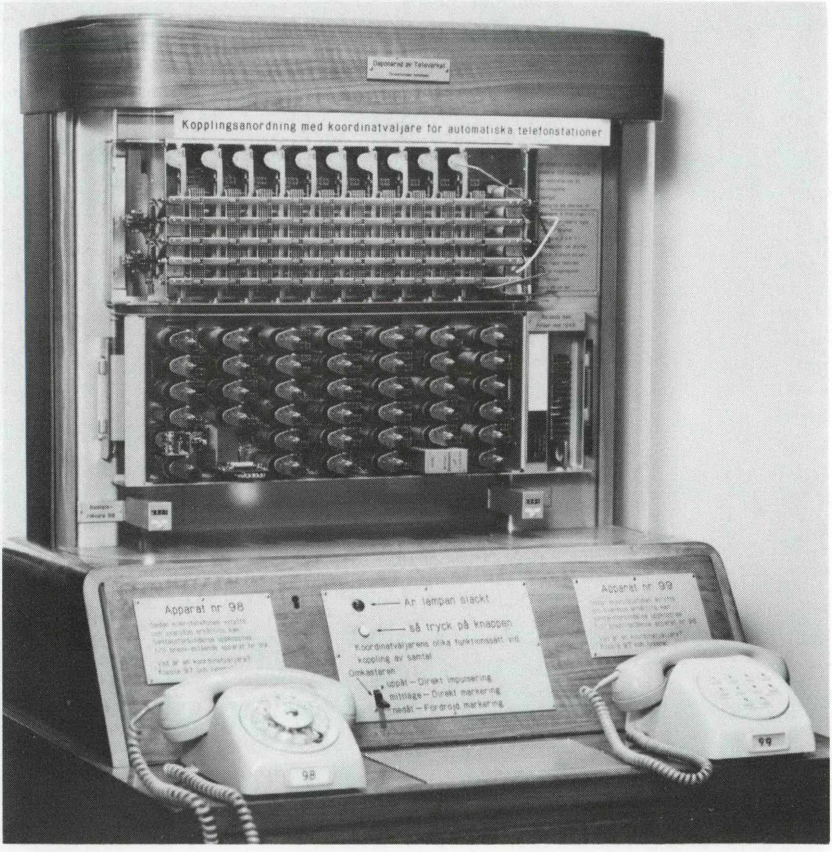
7. Automatisk abonnentväxel för 50 linjer, tillverkad av Nya A.B. Autotelefon Betulander år 1919.

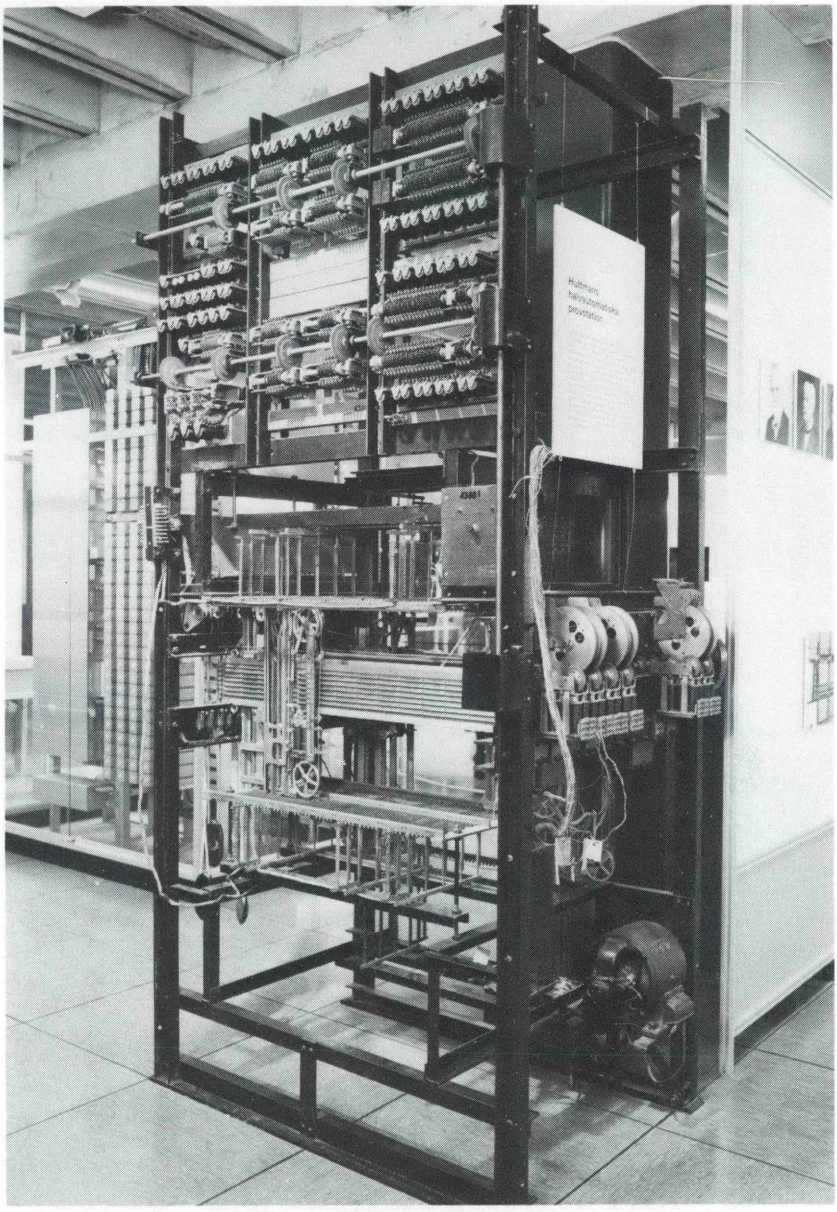
Växeln är utförd i länkkopplat reläsystem med kombinationsgrupper (koordinatväljare), den äldsta och enda bevarade i sitt slag. Alla funktioner utföres med reläer och enligt reläprincipen arbetande koordinatväljare. Denna lösning med användning av enbart elektromagnetiska komponenter är intressant att jämföra med de maskindrivna systemen. (Foto från Telemuseum, Televerket.)



Då driftserfarenheterna skulle utvärderas i början av 1920-talet tycks Olsons steg-för-stegdrivna system ha lämnats ur räkningen direkt. I fråga om de två andra systemen hade L M Ericsson dels köpt upp konkurrenten Betulanderbolaget, dels under ledning av civilingenjören Knut Kåell låtit konstruera ett nytt maskindrivet system som bl a byggde på Hultmans väljaridé med blanktrådsmultipel. (Hultman lär ha haft ett par sömnlösa nätter när han fick kännedom om detta!) I detta nya system hade väljarka-

8. Pulpet för demonstration av koordinatväljarens funktion.
Väljaren har 100 fjädergrupper, som manövreras av 5 horisontella stänger och 10 vertikala bryggmagnetankare. Med elektromagneter kan stängerna vridas åt båda håll. Varje stång har framför varje bryggankare en anvisare i form av en pianotråd, som i vila befinner sig mitt emellan två av de tio fjädergrupper, som finns framför varje bryggankare. Vrids en stång åt ena sidan glider anvisarna in under de tio fjädergrupperna på denna sida.
Slår nu ett bryggankare till följer anvisarna med i rörelsen och den anvisare som glidit under fjädergruppen på bryggan lyfter då kontaktfjädrarna, övriga anvisare glider upp mellan resp fjädergrupper. Stången kan nu fjädra tillbaka varvid anvisaren böjer sig. Bryts strömmen genom bryggmagneten faller ankaret och anvisaren fjädrar tillbaka till mittläget. Fjädergruppen återgår då till viloläget. (Foto från Telemuseum, Televerket.)





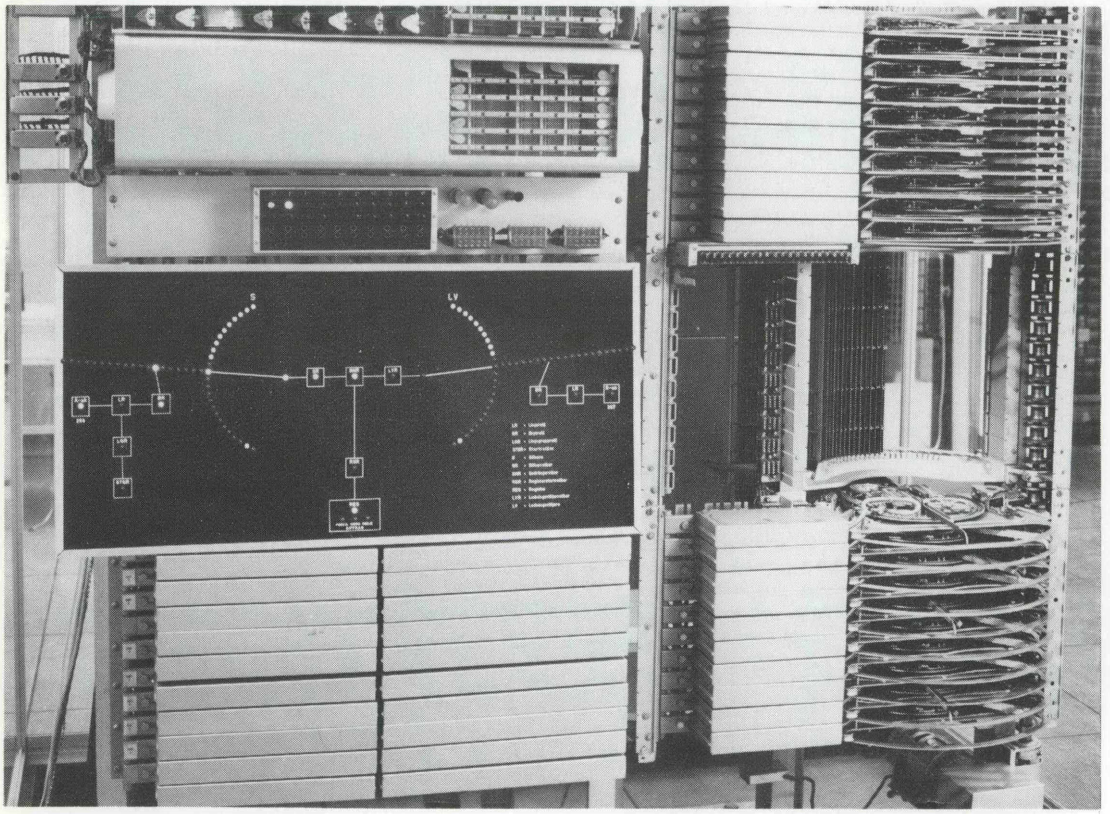
9. Hultmans system provat åren 1917–1920.
Utrustningen var avsedd för 10 000 linjer men endast ett par hundra abonnenter var inkopplade under provet. Stativet utgör en provkarta på de vanligaste maskinelementen och det kan vara av intresse att jämföra med Betulanderbolagets abonnentväxel mitt emot på museet, där samma problem lösts med enbart reläer. (Foto från Telemuseum, Televerket.)

paciteten nedbringats till 500 linjer från Hultmans ursprungliga tanke på 10 000 linjer, därav kommer namnet L M Ericssons 500-väljarsystem (figur 10).

Det är nog ingen överdrift att påstå att bland de maskindrivna system är L M Ericssons det i särklass bäst utformade. Det ingav också stort förtroende trots att det inte hunnit provas och Telegrafverkets beslut blev att använda detta system för den förestående planerade automatiseringen av stationer i Stockholm m fl större städer. Den stora väljarkapaciteten och den i övrigt utrymmesbesparande konstruktionen blev särskilt betydelsefull vid större enheter.

Ifråga om det tredje alternativet, det länkkopplade systemet med kombinationsgrupper, ansåg sig L M Ericsson inte kunna garantera fram-

10. Automatisk abonnentväxel med 500-väljare.
Till vänster en ljustablå, som i mycket förenklad form åskådliggör kopplingsförloppet. Till höger synes väljarna med den vertikalt anordnade blanktrådsmultipeln bakom. Väljararmen sitter på en skiva som kan vridas så att armen kommer framför den matta, dvs grupp av multipeltrådar, där önskad abonnent är ansluten. Därefter stannar skivan och armen skjuts in i mattan tills kontakterna i spetsen träffar på rätta multipeltrådar. Drivkraften erhålles från den vertikala axeln till höger om väljaren. Vid mindre anläggningar är denna axel inte igång ständigt utan endast när samtal pågår. (Foto från Telemuseum, Televerket.)



komstmöjligheterna (trafikavverkningen) inom ett sådant system och även i andra hänseenden ansågs systemet olämpligt i nät av den storlek som förekom i Stockholm. (18 år senare öppnades den första länkkopplade koordinatväljarstationen i New York enligt system "Crossbar Nr 1", avsett för amerikanska storstäder).

Inom Telegrafverket hade man emellertid särskilt uppmärksammat de goda driftserfarenheterna hos de koordinatväljare, som varit i drift på Betulanderbolagets provstation. Man såg här en möjlighet att få en driftsäker väljare som passade för små och medelstora stationer där kanske 500-väljaren inte var så lämplig. Det beslöts därför att Telegrafverkets Verkstad skulle ta upp tillverkning av koordinatväljare i Nynäshamn samtidigt som man började arbeta med den konstruktiva utformningen av stationsutrustning vid Konstruktionsavdelningen i Stockholm.

Automatisering med 500-väljarsystem

I Sverige öppnades den första stationen med 500-väljare, Norra Wasa, år 1924 och att stationen fortfarande är i drift när detta skrivs torde vara tillräckligt för att betygsätta resultatet. Många liknande stationer följde sedan i Stockholm, Göteborg m fl större städer. Dessutom byggdes ett antal större automatiska abonnentväxlar i samma system.

L M Ericsson hade också under de följande åren många framgångar med sitt system på världsmarknaden.

Automatisering med koordinatväljarsystem

Genom beslutet att ta upp tillverkning av koordinatväljare i egen regi framstår Telegrafverket som den första förvaltning i världen, som i praktiken kom att tillgodogöra sig reläväljarsystemens överlägsna driftsegenskaper.

Visserligen förkastades länkkopplingsprincipen från början och man använde koordinatväljaren i direktstyrda system av strowgertyp. Men de goda egenskaperna kommer givetvis till nytta även i sådana system. Den första stationen i direktstyrt koordinatväljarsystem öppnades i Sundsvall år 1926 och den följdes sedermera av en del liknande anläggningar i mindre eller medelstora samhällen.

Den mest betydelsefulla användningen fick koordinatväljaren emellertid vid den automatisering av Sveriges landsbygd, som påbörjades under 1930-talet. Gles befolkningstäthet och stora avstånd gjorde det omöjligt att sammanföra abonnenterna på landsbygden till större, bemannade stationsenheter. Tack vare koordinatväljarens höga driftsäkerhet blev det emellertid möjligt att istället genomföra automatiseringen med ett stort antal mycket små stationer, som kunde lämnas helt obevakade. Av de mellan 6 000 à 7 000 koordinatväljarstationer, som finns i Sverige utgöres huvuddelen av sådana små landsväxlar. Mindre automatiska abonnentväxlar utfördes också i nämnda system.

Koordinatväljarsystem för stora stationer

Även om Telegrafverket byggde några större koordinatväljarstationer visade sig det direktdrivna systemet, trots omfattande rationaliseringar, bli för dyrt och för utrymmeskrävande vid större anläggningar.

I USA hade man under 1920-talet byggt en hel del storstationer i Panel System. Driftserfarenheterna blev emellertid nedslående – vilket ingalunda är att förundra sig över – och i en offentligt framförd kritik framhölls bl a de goda svenska erfarenheterna med koordinatväljaren.

De svenska erfarenheterna studerades av amerikanska experter, år 1930 inköpte Western Electric för laboratorieprov ett mindre antal koordinatväljare från Telegrafverkets Verkstad och år 1938 öppnades i Brooklyn N Y den första storstationen i vad som kallades "Crossbar System Nr 1". Genom att använda länkkopplingsprincipen istället för direktdrivning kunde materielmängden reduceras och även storstationer kunde byggas till konkurrenskraftigt pris.

I samtida uppsatser i Bell Laboratories Record beskrivs det omfattande utvecklingsarbetet. Man undviker dock nämna att den grundläggande principen med länkkoppling och förebilden till den använda koordinatväljaren hämtats från Sverige.

Reaktion i Sverige

I Sverige hade ju länkkopplingsprincipen från början förkastats – ingen blir profet i sitt hemland heter det – men nu när amerikanarna visat vad den kunde användas till väcktes intresset. Visserligen hämmades utvecklingen av det pågående kriget men redan 1942 publicerades i Tekniska Meddelanden från Kungl Telegrafstyrelsen en beskrivning av "Crossbar No 1" och dessutom en av civilingenjören Gösta Modée genomförd matematisk analys av ett sådant systems trafikavverkning, en fråga, som på sin tid anförts som motiv för att avvisa länkkopplingsprincipen.

Telegrafverkets arbete med utveckling och tillverkning av ett för Sverige lämpat länksystem ledde till att år 1945 en första försöksanläggning kunde öppnas i Sundsvall, som därigenom för andra gången fick pröva prototypen för ett koordinatväljarsystem, som skulle få stor användning i Sverige.

Driftsresultatet blev – som väntat – bra och bara några år senare öppnades den stora stationen Slottsstaden i Malmö, en stad, som redan i början av 1930-talet automatiserats med en direktdriven koordinatväljarstation, som på sin tid var den största i världen.

Systemet fick namnet A 204 och uppvisade en väsentlig besparing ifråga om relä- och väljarutrustning jämfört med ett direktdrivet system. Under de följande åren byggdes ett stort antal stationer med A 204-system, stationer som annars skulle byggts med 500-väljarsystem.

Länkkopplade koordinatväljarsystem kom också att användas för stora automatiska abonnentväxlar samt för de förmedlingsstationer, som ingår i interurbannätet.

Reaktion på världsmarknaden

Sedan Western Electric banat vägen för storstationer med sitt Crossbar System Nr 1 började andra stora telefontillverkare följa efter. Bland dessa kom L M Ericsson först och inte minst tack vare detta försprång hade firman stora framgångar med länkkopplade koordinatväljarsystem på världsmarknaden. Men andra följde snart efter, bl a kom en av Englands största telefonfabriker med ett länkkopplat system med en koordinatväljare, som var en direkt kopia av den svenska konstruktionen.

Standardkoncernen hade sedan 1940-talet tillverkat koordinatväljarväxlar för Telegrafverkets behov och enligt Verkets ritningar. För den internationella marknaden presenterade koncernen sitt s k Penta Conta-system med en något modifierad, förstorad typ av koordinatväljare. Och sedan den japanska industrin kommit igång efter kriget studerades bl a

de svenska erfarenheterna av experter från japanska telefonindustrier, som sedermera tog upp licenstillverkning av Western Electrics koordinatväljarsystem.

Länkkopplade system med enbart reläer började tillverkas av Siemens, som i sin reklam nära nog ordagrant upprepade vad Betulander på sin tid anfört som fördelar hos reläsystemen.

Man kan sålunda konstatera, att under de närmaste decennierna efter andra världskriget fick de "klassiska" steg-för-stegdrivna och maskindrivna automatsystemen se sig ersatta med länkkopplade reläväljarsystem. Men eftersom detta skedde samtidigt med en enormt snabb utveckling av den elektroniska tekniken blev det egentligen endast ett kortare mellanspel. Ty i dag domineras den automatiska telefontekniken helt av elektroniska, datorstyrda system. Intressant kan dock vara att nämna att länkkopplingsprincipen faktiskt överlevde koordinatväljaren i det att åtminstone de första elektroniska systemen använde sig av länkkopplade grupper med s k reed-reläer med hermetiskt inneslutna kontakter.

Slutord

Man får väl anse att pionjärtiden för införandet av automatsystem i telefontrafiken var slut omkring år 1920. Världen började hämta sig efter första världskrigets slut, automatiseringen av telefontrafiken började komma igång på allvar och det fanns flera automatsystem att tillgå på världsmarknaden.

Givetvis har sedan dess mycket betydelsefullt utvecklingsarbete utförts. Men den alltmer komplicerade tekniken har krävt att detta skett i större arbetsgrupper varför det blivit allt svårare att urskilja enskilda insatser. Vill man söka efter pionjärer står naturligtvis först och främst Strowger och hans medarbetare i en klass för sig. En närmare motivering synes överflödig. Vad gäller maskindrivna system är namnen Callender och bröderna Lorimer givna – även om den teknik de införde får anses som ett sidospår.

Till sist må nämnas att de svenska ingenjörerna Betulander och Palmgren genom det banbrytande utvecklingsarbetet med reläväljarsystem väl försvarar sina platser bland automattelefonins pionjärer.

Författaren ber att få framföra ett varmt tack till Tekn. Dr. Håkan Sterky, som granskat manuskriptet och bidragit med värdefulla råd och synpunkter.

Källor

Aitken, William. *Automatic telephone systems.* London 1921.

Betulander, G. A., Thunberg, K. G., *Telegrafverkets automatiska telefonanläggning i Sundsvall.* Tekniska meddelanden från Kungl. Telegrafstyrelsen 1932. nr 7–8.

Det amerikanska koordinatväljarsystemet. Tekniska meddelanden från Kungl. Telegrafstyrelsen 1942. nr 4–6.

Hettwig, Emanuel. *Fernsprech-Wählanlagen.* München, Berlin 1942.

Lindberg, Hugo. *Minnesskrift med anledning av Stockholms telefonnäts automatisering.* Stockholm 1938. (Kungl. Telegrafstyrelsen.)

Modée, Gösta. *Kombinationsgruppernas utnyttjande i det amerikanska koordinatväljarsystemet.* Tekniska meddelanden från Kungl. Telegrafstyrelsen 1942. nr 7–8.

Modée, Gösta. *Spärrningsberäkningar för telegrafverkets länksystem, samt telefonsystem med väljaranordningar, som innehålla flera delväljarsteg.* Tekniska meddelanden från Kungl. Telegrafstyrelsen 1948. nr 1, 3.
Modée, Gösta, Ek, Folke. *Telegrafverkets markörsystem (länksystem).* TELE 1950.
Reynolds, J. N., *The crossbar switch.* Bell laboratories record 1937. July.
Scudder, F. J., Reynolds, J. N., *Crossbar dial telephone systems. Electrical engineering, Transactions, Papers and discussions 1939.*
Smith, A. B., Aldendorff, F., *Automatische Fernsprechsysteme.* Berlin 1910.
Thunell, H., *Landsautomatiseringen i Sverige.* Tekniska meddelanden från Kungl. Telegrafstyrelsen 1937. nr 10–12.
Vigren, Sten. *Telegrafverkets nya standardrelä mod 1941.* Tekniska meddelanden från Kungl. Telegrafstyrelsen 1943. nr 4–6.
Vigren, Sten. *Telegrafverkets 20 och 50 nummers automatiska landsväxlar.* Tekniska meddelanden från Kungl. Telegrafstyrelsen 1934. nr 3–4.
Vigren, Sten, Finström, Artur. *Telegrafverkets koordinatväljarsystem. Standard 41.* Tekniska meddelanden från Kungl. Telegrafstyrelsen 1944. nr 1–3.
Broschyrer och publikationer utg. av de telefonfirmor, som tillverkar automatiska system, t.ex. American Telephone and Telegraph Co., Bell laboratories Record, L M Ericsson, International Telephone and Telegraph Co., Siemens.