Sveriges första automatiska telefonväxel – 100 år

Av Gösta Thames

1883 får Lars Magnus Ericsson och Henrik Tore Cedergren patent på en automatisk telefonväxel och en likaledes automatisk nummersändare. Växeln omnämns i dåtidens utländska tekniska litteratur under mycket smickrande former

"denna i högsta grad sinnrika apparat" (Maier-Preece)
"innehåller många saker av stort skarpsinne" (Tel. Journ.)
"en av de sinnrikaste uppfinningarna bland dem" (Rothen)
"de äro de bästa av sitt slag" (Bennet).

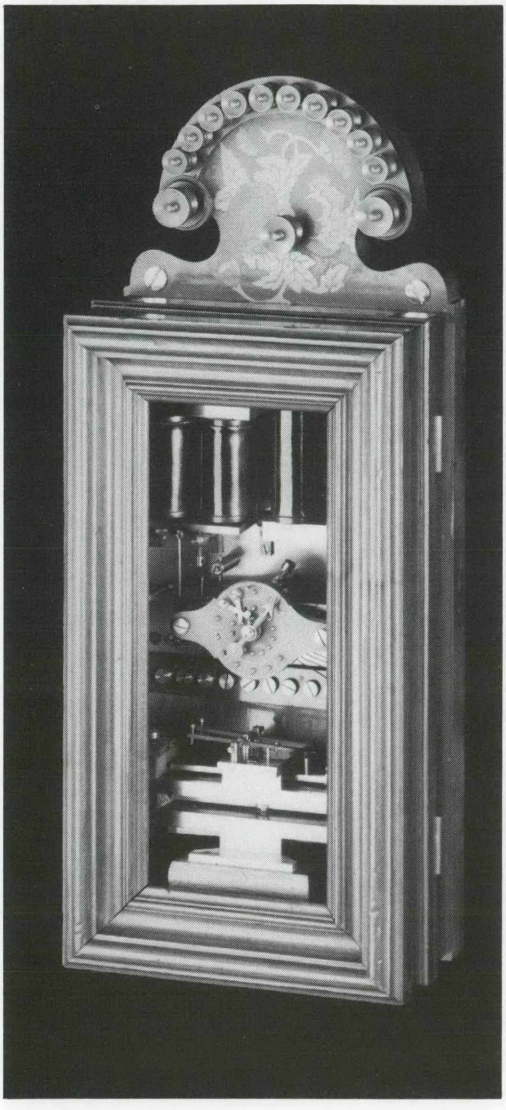
Så vitt bekant var den Ericsson-Cedergrenska växeln det första automatväxelsystemet i världen som slog igenom kommersiellt och därmed fick en större spridning. Över 300 växlar torde ha tillverkats, vilket är en förbluffande stor siffra för dåtida förhållanden.

I korthet kännetecknas växeln av

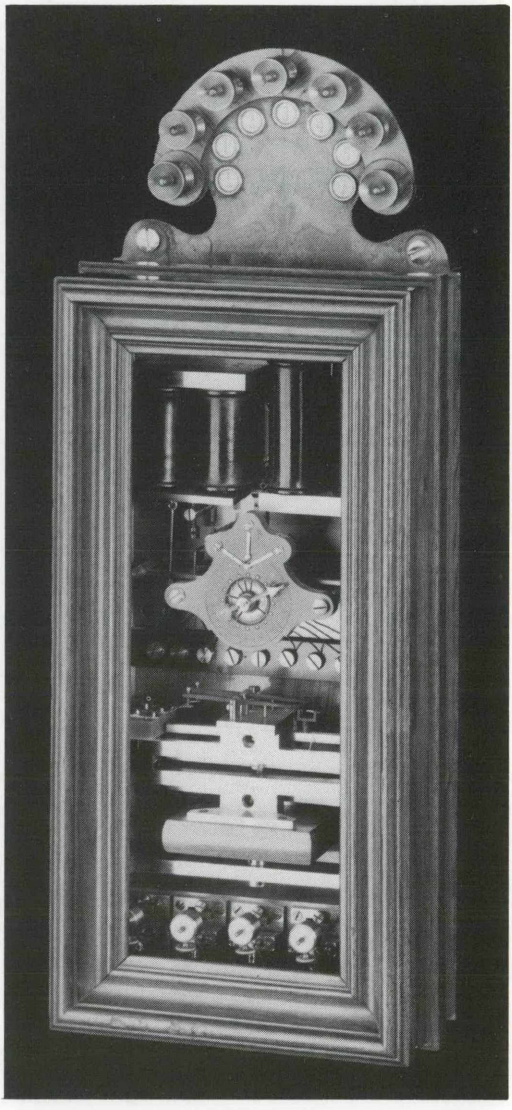
- både intern och extern samtalsmöjlighet
- full anrops- och samtalshemlighet
- upptagetmarkering
- fjärrmanövrering via centralstationens telefonist
- en centralledning och max 10 lokalledningar
- telefonapparat för direktlinje och för automatlinje är identiska och handhavandet detsamma.

Över hela Europa spred sig mycket snabbt under slutet av 1870-talet den Bellska hörtelefonen och något senare kompletta telefonapparater med mikrofoner av skilda slag såsom Edisons och Blakes.

I Stockholm bildades 1880 Stockholms Bell Telefon-Aktiebolag. Bellbolaget tog sina apparater från USA, men i en del andra svenska städer bildades oberoende telefonföreningar, vilka köpte sitt behov av telefonapparater och växlar från det 1876 startade bolaget L. M. Ericsson & Co.



Växel av första versionen för 10 linjer. Växeln saknar linjereläer.

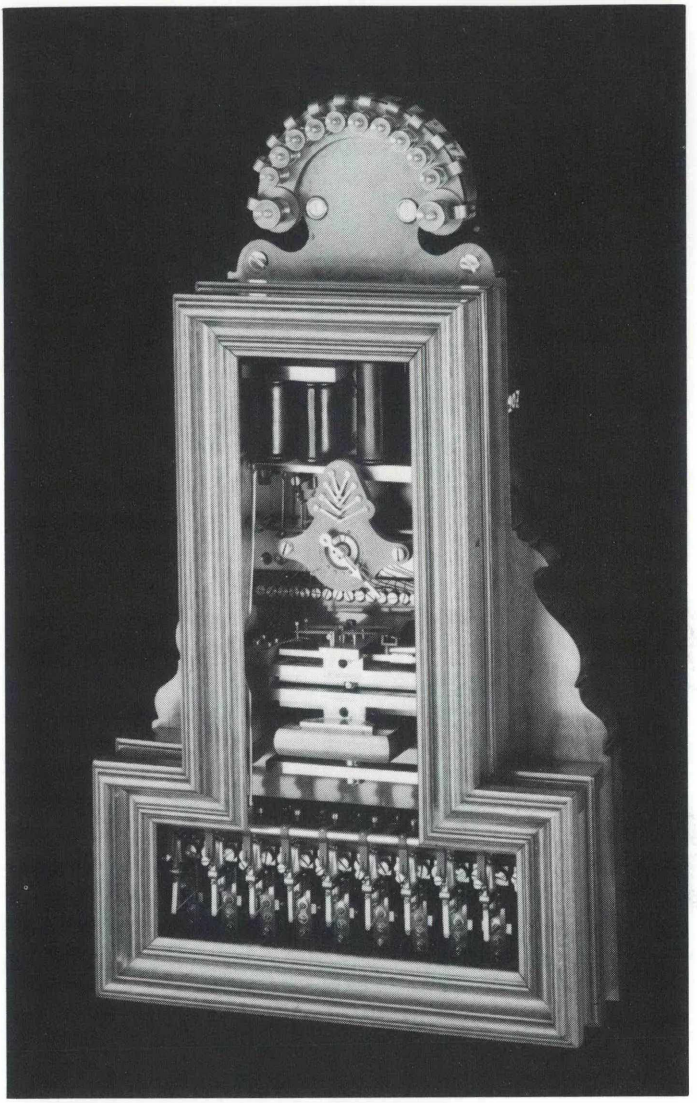


Växel av andra versionen för 5 linjer. (Första linjereläutförandet.)

Stockholms Allmänna Telefon A.-B. bildas

Missnöjet växte emellertid med Bellbolagets höga taxor och när Stockholms Fastighetsägareförening fick avslag på sin begäran om sänkta avgifter, beslöt ingenjör H. T. Cedergren att starta ett konkurrerande telefonbolag, som fick namnet Stockholms Allmänna Telefon A.–B. (SAT).

Av naturliga skäl kunde Cedergren ej påräkna några leveranser av telefonmateriel från Bellkoncernen utan det gällde för den 29-årige ingenjören att övertyga Lars Magnus Ericsson att det skulle gå att ta upp konkurrensen med det mäktiga International Bell Telephone Co. Detta projekt gjorde Ericsson tveksam. Och det kan man förstå om



Växel av tredje versionen för 10 linjer.

man betänker att antalet anställda hösten 1882 bör ha uppgått till ca 40 personer och att verkstadens alla maskiner var manuellt drivna. Visserligen hade hans företag 1881 i tävlan med Bell fått order på all telefonmateriel till de nya anläggningarna i Gävle i Sverige och Bergen i Norge. Men detta var något vida större. Ericsson blev dock alltmer intresserad och så började ett samarbete mellan Cedergren och Ericsson, som resulterade i den exceptionellt expansiva utvecklingen i Sverige både vad beträffar telefondrift och telefontillverkning. Till att börja med anskaffades en första ångmaskin på 3 kW så att maskinerna kunde förses med remdrift.

Om Cedergren och SAT skulle lyckas, måste telefonavgifterna sättas betydligt lägre än de som tillämpades av Bellbolaget. Ett sätt var att låta flera abonnenter dela på en gemensam linje. Bellbolaget tillämpade redan ett sådant system när det gällde bostadstelefoner. Man satte upp en liten manuell växel hos portvakten. För abonnenten innebar det nog ingen större besparing. Portvakten skulle ju ha sin ersättning och ville det sig illa fick man en alltför välinformerad hustomte. Dessa olägenheter skulle försvinna, om man kunde ersätta den manuella växeln med en automatisk. Samtidigt slapp man nattpassning om någon sådan överhuvud kunde ordnas.

De första automatväxlarna

Vid Exposition Internationale d'Electricité 1881 i Paris fanns tre olika automatväxlar utställda. Kanske hade de gett Cedergren vissa idéer. Hur som helst, under 1882 arbetade Ericsson på en automatväxel och den 10 februari 1883 inlämnar Cedergren och Ericsson en patentansökan, som samma år resulterar i ett patent. Även i England, Frankrike och Tyskland erhölls patent.

Vid denna tid hade Sverige inget patentverk utan patent sorterade under "Kongl. Majt's och Rikets Commerce-Collegium" och det ålåg de sökande att vid beviljat patent tre gånger införa detta som annons i Post- och Inrikes Tidningar. Man får en viss uppfattning om de båda herrarnas ekonomiska sinne när man läser slutet av deras ansökan "..., hvilken sammandragna beskrifning vi anhålla likväl ej måtte medtagas i patentbrefvet, på det att detta ej måtte i annonseringskostnad blifva dyrare än nödigt är" – en förhoppning som dock kom på skam. Ansökan och patentbrev är identiska.

Nio dagar efter det att patentansökan lämnats in utfärdade Cedergren inbjudan till bildande av Stockholms Allmänna Telefon A.-B. och i april samma år hålls konstituerande bolagsstämma.

Och om den automatiska telefonväxeln skriver Ericsson i ett brev den 20 mars "..., och få meddela att ifrågavarande vexelapparat tillkommit på Ingeniör Cedergrens initiativ hvilken här går i spetsen för en ny telefonförening. Wi ha utarbetat anordningen så godt wi förmått men kunna ej yttra oss om dess användbarhet förr än något exemplar kommer i dagligt bruk så att man i någon mån kan stödja sig på ärfarenhet. Apparaten förenar icke en fullständig Centralstations egenskaper, emedan de om samma apparat förenade icke kunna telefonera sinsemellan, . . .".

Detta problem löstes dock snabbt och redan i juli lämnade Cedergren-Ericsson in ännu en patentansökan som resulterade i ett nytt patent och nu kunde alltså de till växeln anslutna abonnenterna även tala med varandra.

Den förbättrade växeln är klar att ställas ut på Wienutställningen som öppnades i augusti 1883 och redan i november står det att läsa i den engelska The Telegraphic Journal att "Hr A. L. Paul, hos W. T. Henley's Telegraph Works Company, Limited, har en uppsättning apparater i drift på företagets kontor vid 8, Draper's Gardens, och kan ge all information i saken".

Men det dröjer inte länge (1884) förrän ytterligare förbättringar sker

och det är denna tredje version, som får så stor spridning.

Dessutom fanns ett grenpunktsrelä som stundom kallades växel. Detta relä kommer ej att beröras i denna artikel.

Ett missförstånd

Paul får ensamförsäljningsrätten för England och detta beskrivs i den förut nämnda artikeln som "Paul är ägare av patentet i detta land". I Paris finner man den engelska artikeln så intressant att man redan efter 14 dagar refererar den i La Lumière Électrique under rubriken "Téléphone multiplex de M. A. L. Paul" och något senare står det i ett referat i Elektrotech. Zeitschrift "... för A. L. Paul ... i England patenterad anordning". Det är tydligen detta som missleder dr Rothen vid schweiziska telegrafverket när han beskriver den senaste växelversionen på följande sätt "I herrar Ericssons och Cedergrens apparat återfinner man alla detaljer i A. L. Paul's apparat och ytterligare andra, som gör den till en av de snillrikaste uppfinningarna bland dem ...". Att "Paul-växeln" i verkligheten var en ERICSSON-växel bekräftas bl a av J E Kingsbury: "... beskriver ett (växel) system till vilket de engelska rättigheterna hade förvärvats av Hr A. L. Paul. Detta, enligt vad jag kommer ihåg, var tillverkat av Ericsson, Stockholm."

175 automatväxlar i Stockholmsområdet

I maj 1886 rapporterar SAT att de har mer än 150 växlar i drift, ett antal som senare stiger till ca 175 stycken. Det kan vara av intresse att notera att redan vid årsskiftet 1885/86 var Stockholm den telefonrikaste staden i världen. Varken London eller New York eller någon annan av de stora världsstäderna kunde uppvisa en större telefontäthet varken per invånare eller i absoluta tal.

I Schweiz fanns 45 växlar och även i Norge användes de. Utöver de nämnda exemplen fanns växlarna säkerligen på åtskilliga platser och det tillverkade antalet växlar bör ligga över 300.

Varför så många växlar?

Vilka faktorer var det som gjorde att dessa automatväxlar fick en för sin tid så stor spridning?

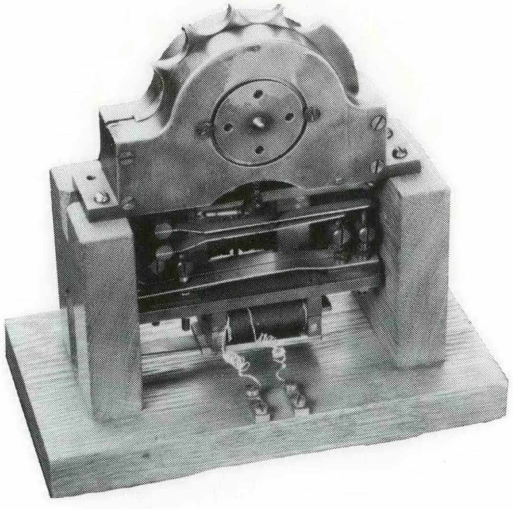
– Reducering av linjekostnaderna

Detta var som redan nämnts den primära orsaken varför växeln konstruerades. Men allt eftersom abonnenternas antal ökade och telefonnätets utsträckning växte uppstod problem.

– Ökning av centralstationernas kapacitet

Varje växelbord hade som regel 50 linjer. Eftersom multipelprincipen, dvs att alla telefonister hade alla abonnentlinjer inom räckhåll, ännu ej var tillämpad skedde uppkoppling till en abonnent i ett annat växelbord via förbindelseledningar. En telefonist måste därför ropa till en kollega och meddela dels förbindelseledningens nummer och dels den önskade abonnentens nummer. För att höravstånden ej skulle bli för stora placerades borden i fyrkant och bordantalet begränsades till 16–20 stycken. Trots detta var ljudnivån mycket hög. En schweizare skildrar 1883 sitt besök på en parisisk telefonstation sålunda: "Vi trodde inte våra öron, ... Man hade kunnat tro att vi råkade vara på





Automatisk nummersändare.
Detta exemplar är avsett för växel av version 2-typ. Löper armen ut till fält 2–4 har så många impulser sänts ut att apparaterna 2 och 4 kopplas ihop.

Fingerskiva för fem nummer.
Här monterad på ett demonstrationsstativ. Avsedd att monteras i en bordsskiva.

Nollställningsapparat för 100 automatväxlar. Skyddshuven borttagen.



ett slagfält, så fasliga var telefonisternas skrik."

När abonnentantalet ökade blev man därför tvungen att bygga ytterligare stationer. Eller också kunde dess kapacitet ökas genom att ansluta automatväxlar. 50 st 5-linjersväxlar medgav t ex att ytterligare 200 abonnenter kunde anslutas till en 800-linjers station.

– Överhörning på "lång"-linjer

Den nätteknik som man tillämpade i telefonins början hade man övertagit från telegrafin; *en* enkel ledare och jorden som återgångsledning. Att man skulle använda två trådar och att dessa skulle tvinnas eller "skruvas" för att reducera överhörningen kände man ännu inte till. När näten bredde ut sig uppstod överhörningsproblem som mellan Malmö och Lund. "Enär... erfordrades flera ledningstrådar, hade man på förhand befarat, att samtal på en af dessa trådar skulle blifva hörbart jemväl på de öfriga, å samma stolpar upplagda. Vid de första telefoneringsförsöken utröntes ock, att härutinnan förefunnes ett väsentligt hinder för samtidig telefonering å två eller flera jemnlöpande trådar."

Även i Schweiz gör man samma erfarenhet. 1883 låter telegrafdirektionen meddela:

"Till vår ledsnad måste vi avge den förklaringen att enligt vad vi vet har man ännu inte funnit den rätta metoden att undanröja det påtalade missförhållandet fastän tekniker i hela världen sedan länge varit sysselsatta med att lösa denna uppgift.... Likväl ha de av oss själva och av andra utförda försök ännu inte gett några tillfredsställande resultat och vi kunna därför med bästa vilja ej åstadkomma någon hjälp."

Att det inte rörde sig om så långa linjer för att överhörning skulle uppstå framgår av Uppfinningarnas bok 1896:

"Om två enkla telefonledningar hafva gemensamma stolpar å blott ett par kilometers linielängd... Äfven om ledningarna gå på hvar sin sida om en bred landsväg och följas åt tillräckligt långt, en mil eller mera, märkes dylik induktion."

Innan tvåtrådssystemet infördes, var enda möjligheten för abonnenter på mer avlägset belägna orter att med bibehållen samtalshemlighet få förbindelse med en centralstation att anslutas till en telefonistbetjänad satellitväxel. När abonnenterna var få blev driftkostnaden mycket betungande och någon nattservice var ej att räkna med. Med en Ericsson–Cedergren-växel försvann båda olägenheterna; inga telefonistlöner och åtminstone i Stockholm hade centralstationerna dygnetruntbetjäning sedan mitten av 1884.

Exempelvis fanns i Drottningholm en 10-linjersväxel ansluten över en ca 20 km lång linje till centralstationen inne i Stockholm.

De första automatväxlar som Bell System i USA utvecklade var föranledda av samma problematik med service och kostnader för telefonstationer på små orter.

– Minskning av centralstationernas inkommande linjer

I mitten av 1884 sattes den första Ericsson-tillverkade multipelväxeln i

drift. Erfarenheterna var så goda att SAT redan samma år startade projektering av en stor-station för Stockholm. Denna sattes i full drift juli 1887 och var då världens största telefonstation med 4 000 anslutna ledningar och en slutkapacitet om 7 000 linjer. Dessförinnan provade SAT telefonkablar från alla ledande kabeltillverkare. "Då det emellertid uppenbarligen var ovisst, i hvad mån dessa experiment skulle lyckas, ansåg bolaget försiktigheten bjuda att redan från början af grundläggningsarbetet för byggnaden vidtaga sådana anordningar, att en fullt säker grund erhölls till anbringande å huset af en större ställning för telefontrådar. Denna försiktighet visade sig sedermera ock fullt berättigad."

Större telefonstationer har sedan byggts men aldrig ett större torn för telefontrådar. Utvecklingen inom kabelområdet gjorde att telefontorn med tiden blev överflödiga, men till dess var det dock tacknämligt om antalet trådar kunde reduceras.

Koppling av samtalen

Telefonapparaten var densamma oavsett om abonnenten var ansluten till centralstationen via en direktlinje eller via en automatlinje. Det var alltså ingen skillnad i handhavandet, ej heller vad beträffar telefonnumren. Anrop till centralen skedde med apparatens signalgenerator, varvid den egna klockan ringde. Var automatväxeln upptagen uteblev denna signal. Sedan telefonisten kopplat det önskade numret meddelade hon KLART och då hade abonnenten att ringa ytterligare en gång. Det gällde nämligen att bespara telefonisterna detta besvär för på den tiden fanns inga maskindrivna signalgeneratorer. För abonnenten gällde det att ge en ordentlig andra signal. Att ge en ytterligare signal för att påkalla den anropades uppmärksamhet lönade sig inte. Den tredje signalen gällde alltid som slutsignal och samtalet kopplades ned.

Var det önskade numret, t ex 2384, ett automatnummer kopplade telefonisten in proppen till jack 2380 och sände via sin nummertagare ut fyra impulser innan hon rapporterade KLART. Vid slutsignal från en automatlinje kopplades snöret ned på vanligt sätt och dessutom måste telefonisten trycka på en knapp för att återställa automatväxeln till 0-läget för så vitt centralen inte var utrustad med en nollställningsapparat som automatiskt klarade den saken.

Samtida växelkonstruktioner

Svenska telegrafverkets överingenjör skriver i sin redogörelse för 1882 "Redan år 1880 löstes teoretiskt problemet, att medelst en självverkande apparat ersätta den för omkastningen å en telefoncentralstation erforderliga personalen." Han syftar här på bröderna Connelly och Mc Tighe som patenterade den första automatiska telefonväxeln 1879 tätt följd av Westinghouse Jr. Ytterligare fyra amerikanare och två belgare, Bartelous och Leduc sökte patent före Ericsson-Cedergren och efter dem kom flera som sökte nya vägar för att lösa problemet med den automatiska kopplingen.

Det har sagts om den tidens automatiska telefonväxlar att 1880- och 1890-talen gav många uppfinningar men få succéer. "Många av de fundamentala ideerna kom från uppfinnare som saknade teknisk ut-

bildning eller praktisk erfarenhet av telefoni och deras mekaniska anordningar, för att i konkret form omsätta deras idéer, var benägna att bli opraktiska eller oanvändbara." (Hill) Särskilt torde svårigheterna varit betydande att med dåtidens tillverkningsteknik uppnå tillräcklig precision. Här hade fabrikör Ericsson stor fördel av sina rika erfarenheter av finmekanisk tillverkning kombinerad med en genial konstruktiv läggning.

Automatväxeln är medtagen i ERICSSONs första t o m tredje katalogupplaga (1886 resp 1892), men i den fjärde utgåvan 1897 saknas den. Som tidigare nämnts var de flesta växlarna i drift i SAT:s nät. När detta byggdes om från en till två ledare (klart 1895) kunde växlarna inte fungera längre, varför de togs bort. På andra håll lär växlar ha varit i drift långt in på 1900-talet.

Strömförsörjning

Automatväxlarna fick sin ström från batterier placerade på centralstationen. Batteriet bestod av 35–60 Leclanché-element vilka tillsammans gav 50–90 V. Växlarna förbrukade ström endast under upp- och nedkoppling av samtalen. Varje telefonapparat hade ett eget mikrofonbatteri, som alla apparater med kolmikrofon hade på den tiden.

Automatväxelns konstruktion

Växeln utfördes för 5, 7 eller 10 anknytningar och dess väljare och reläer är inrymt i ett skåp av ädelträ. Upptill ansluts ledningarna. En del av växlarna är försedda med åskskydd. Den halvcirkelformade överdelen är då beklädd med en metallskena ansluten till jordskruven och vid alla linjeskruvarna finns fjädrar som trycker mot jordskenan. Som isolator mellan denna och fjädrarna används ett ripssidenband.

Nedan redogörs närmare för några av växelkomponenterna.

Galvanometerreläet

Galvanometerreläet består av en spole med ett i dess mitt vridbart lagrat magnetsystem. Detta har tre parallella magnetstavar. Parallellt med magnetsystemet och under detta är ytterligare en magnet fästad. Genom att vrida magneten kan inverkan av yttre magnetfält på magnetsystemet kompenseras så att detta i viloläge är parallellt med spolen.

Reläet fungerar som ett treläges polariserat relä där mittläget alltid intas när spolen är strömlös. Vid magnetsystemets återgång till mittenläget bromsas dess rörelse upp av en hårpensel som är fästad vid den övre magnetstaven. Penseln passerar nämligen genom en samling stift och härigenom förhindras att magnetsystemet pendlar fram och tillbaka.

Väljaren

Väljaren är en steg för steg-driven mekanism. Där finns två elektromagneter, den ena med en steghake och den andra med en spärrhake, vilka båda arbetar mot ett tandhjul. När väljaren stegas fram spänns samtidigt en returfjäder så att när spärrmagneten slår till återförs väljaren till sitt hemmaläge. Detta ger en mycket driftsäker väljare därför att den alltid startar från samma utgångsläge. Principen kom

senare till användning i järnvägstelefonins selektorsystem.

Max 10 linjer anslöts trots att väljaren kan ha 15 utgångar. Växlar med 15 och 25 linjer finns visserligen omtalade, men har ej kunnat beläggas i någon samtida dokumentation.

Impulseringsdon

Enklaste använda impulseringsdonet var en s k dubbelnyckel, en telegrafnyckel med två tangenter, en för plus-impulser och en för minusimpulser.

Men redan i det första patentet lanserades en automatisk nummersändare. Den har många gemensamma drag med dagens fingerskiva; roterande impulskam, hastighetsregulator, frikopplingsspärr och en spiralfjäder som drivkälla. Bortsett från att kontakt för kortslutning av talkretsen saknas, skulle nummersändaren kunna användas mot dagens automatväxlar.

Nummervalet sker på så sätt att en spärrhake för önskad siffra fälls upp och knappen i lådans nederdel trycks ned. Härvid frigörs den visarliknande armen och impulssändningen börjar och pågår tills armen stoppas vid den uppfällda spärrhaken. Före ny nummertagning vrids armen tillbaka till utgångsläget. Tryckknappen i lådans överdel används för att återställa växlarna efter slutat samtal.

1895 tillverkades en fingerskiva. Bortsett från att endast siffrorna 1–5 kan tas har den alla funktioner som dagens fingerskivor har. Dessutom var den försedd med en spärr som gjorde att skivan stannade i uppdraget läge. Spärren utlöstes på elektrisk väg. Expeditionssättet torde ha varit att sedan en abonnent begärt ett nummer drog telefonisten upp fingerskivan och när hon därefter proppade in den önskade abonnenten utlöstes spärren och impulserna sändes ut automatiskt. Hur allmänt förekommande fingerskivan var är ej känt. Veterligt finns endast ett exemplar bevarat.

Nollställningsapparat

När telefonisten fick slutsignal skulle hon ta ned sina två snören och om linjen gick till en automatväxel dessutom sända ut en minusimpuls så att växelns väljare och reläer återgick till utgångsläget, 0-läget.

Stationer med många anslutna automatväxlar försågs med en nollställningsapparat. Avsikten torde ha varit att underlätta telefonisternas arbete så att nedkopplingsarbetet blev detsamma oavsett om det var direktlinje eller automatlinje. Något inkopplingsschema har inte kunnat återfinnas varför apparatens arbetssätt ej med säkerhet kunnat fastställas.

Varje automatväxellinje till centralstationen stod i förbindelse med sitt individuella kontaktfält, max 100 linjer kunde anslutas. När kontaktarmen, som var ansluten till minus och som roterade kontinuerligt, passerade ett kontaktfält sändes alltså en minusimpuls ut.

Tre nollställningsapparater finns bevarade liksom Lars Magnus Ericssons egenhändiga sammanställningsritning. Apparaten torde ha tillkommit omkring 1884–1885.

Men sockeln i päronträ och de mekaniska delarna i utsirad mässing är denna apparat en typisk exponent för den möda som fabrikör

Ericsson personligen lade ned på utformningen av sina produkter för att ge dem ett tilltalande utseende – långt innan industriell formgivning blivit ett begrepp.

Källor

A R Bennet, The Telephone Systems of the Continent of Europe, London 1895.

E Carlberg, Bidrag till kännedom om Telefonväsendet i Sverige och utlandet, Stockholm 1886.

Catalogue from L. M. Ericsson & Co, Stockholm 1892.

R J Chapuis, 100 Years of Telephone Switching (1878–1978), Part 1, Amsterdam–New York–Oxford 1982.

G R Dahlander, Elektriciteten, Stockholm 1893.

Elektrotech. Zeitschrift, April 1884.

E A Ericsson, L M Ericsson 100 år, Vol III, Stockholm 1976.

Lars Magnus Ericsson, Brev 1883-03-20 till W Eneström, Norrköping.

R B Hill, Early work on dial telephone systems, Bell Laboratories Record 31 (1953).

Hundert Jahre elektrisches Nachrichtenwesen in der Schweiz 1852–1952, Vol II, Generaldirektion PTT, Bern 1959.

H Johansson, Telefonaktiebolaget L M Ericsson. Vol I. Från 1876 till 1918, Stockholm 1953.

J E Kingsbury, The Telephone and Telephone Exchanges – Their Invention and Development, London, New York 1915.

La Lumière Électrique Vol X (1883).

J Maier och W H Preece, Das Telephon und dessen praktische Verwendung, Stuttgart 1889.

E Malmgren, Bilder ur svensk telehistoria, Stockholm 1972.

C A Nyström och Wennman, Description d'un "distributeur automatique", inventé par MM. L. M. Ericsson, mécanicien, et H. Cedergren, ingénieur civil, Journal Télégraphique Vol X (1886).

M D Fangen, A History of Engineering and Science in the Bell System, Vol I, BTL, Murry Hill, N J 1975.

Patent 208/1883.

Patent 398/1883.

Patent 10662, 1899.

Prisförteckning å diverse apparater L. M. Ericsson & Co, Stockholm 1886.

T Rothen, Etude sur la téléphonie. Plusieurs stations sur un seul fil, Journal Télégraphique Vol XI (1887).

Stockholms Allmänna Telefonaktiebolag den 12 juli 1887, Stockholm 1887.

Stockholms Allmänna Telefonaktiebolag 1883–13 april–1893, Stockholm 1893.

The Telegraphic Journal and Electrical Review Vol XIII (1883).

Uppfinningarnas Bok, Vol III, Stockholm 1896.

M Wennman, Till Kongl. Telegrafstyrelsen afgifven berättelse öfver framstegen inom telegraftekniken under år 1882, Stockholm 1883.

Öfveringeniörens till Kongl. Telegrafstyrelsen afgifna berättelse öfver framstegen inom telegraftekniken under år 1883, Stockholm 1884.

Do bilaga, Berättelse om internationella Elektricitetsutställningen i Wien år 1883. Stockholm 1883.

Do 1884, Stockholm 1885.

Do 1887, bilaga "Automatisk Telefonvexel", Stockholm 1887.