

Teleteknikens utveckling, 1846-1946

Telegrafi och telefoni

F. D. BYRÅCHEFEN I K. TELEGRAFSTYRELSEN, N. H. EDEN, STOCKHOLM

Telegrafi

Sedan *Volta* år 1799 konstruerat sin elektriska stapel och därmed påvisat den galvaniska elektriciteten, framkom omedelbart ett förslag att fjärrsignalera med användande av *Galvanis* grodpreparat, och 10 år senare utförde *Sömmering* en slags telegraf, baserad på den elektriska strömmens förmåga att sönderdela vatten. Ingen av dessa metoder fick då någon praktisk tillämpning. Det var andra upptäckter, som skulle visa vägen fram till användbara telegrafsystem. Dessa upptäckter gjordes år 1820, då *Oersted* påvisade den elektriska strömmens inverkan på en *magnetnål* och då *Arago* fann, att järn kunde göras magnetiskt genom en kring järnet lindad strömbana. *Sturgeon* angav några år därefter, med tillämpning av *Aragos* upptäckt, hur en kraftig *elektromagnet* kunde konstrueras. Den elektriska telegrafen kom också att utvecklas efter två linjer i form av dels nåltelegrafer, dels elektromagnetiska telegrafer.

De första telegrafsystemen

Den första *nåltelegrafen* konstruerades av den ryske forskaren *Schilling von Cannstadt* och förevisades på naturforskarmötet i Bonn år 1835. Idén blev då allmänt känd, men redan ett par år tidigare hade *Gauss* och *Weber* i Göttingen haft en lokal nåltelegrafanläggning, vilken emellertid år 1837 förstördes genom åska. Det blev engelsmän och amerikanare, som efter många försök kunde börja använda nåltelegrafer i drift. Vid järnvägarna i Förenta Staterna och England hade detta för trafiksäkerheten efterlängtade hjälpmedel slagit igenom omkring år 1845. Frankrike kom snart efter, och även där blevo nåltelegraferna spridda.

Den för de *elektromagnetiska telegraferna* grundläggande konstruktionen utarbetades av *Samuel F. B. Morse*. Han var amerikan, till yrket historiemålare och således tidigare varken fysiker eller mekaniker. Han kom emellertid år 1832 under en Europaresa på tanken att använda elektromagneten som mottagare och utarbetade på egen hand sin första konstruktion, vilken han offentligt demonstrerade år 1837. Därefter trädde han i förbindelse med professor *Gale* och de båda mekanikerna, bröderna *Vail*, och konstruktionen förbättrades av dem gemensamt till driftfärdigt skick. Vid samma tid hade också Morse angivit det första punkt-streckalfabetet, vilket även i senare omarbetat skick bär hans namn. Den första längre Morseförbindelsen togs i bruk år 1844 på en 64 km lång ledning mellan Washington och Baltimore. Från och med år 1845 infördes Morsesystemet allmänt i Förenta Staterna; två år därefter funnos ca 1600 km telegrafledningar, och ledningslängden hade redan år 1852 ökat till bortåt 40 000 km.

Morsetelegrafen hade därmed erövrat Amerika, men på grund av att nåltelegrafen redan var införd i västra delen av Europa blev motståndet mot nyheten där större. Tyskland och Österrike blevo också de första europeiska länder, som kommo att använda det amerikanska systemet. Den första Morseförbindelsen i Europa utfördes år 1850 mellan Hamburg och Cuxhaven. Sedan Siemens & Halske börjat tillverka morseutrustningar, blev systemet under 1850-talet allt mera använt i Europa.

Före år 1846 hade emellertid två andra telegrafsystem, båda baserade på elektromagneten, sett dagen. *Wheatstone* i samarbete med *Cooke* använde växelström för överföringen och för mottagningen en polariserad magnet, som steg för steg framdrev en visare. Denna visartelegraf kom under namnet Wheatstones A-B-C-system till användning i England, och när Siemens & Halske år 1857 förbättrat apparaturen, infördes visartelegraf även vid järnvägarna på kontinenten och i Sverige. Det andra systemet, bokstavstryckstelegrafen, använder även det steg för steg-principen, dock i kombination med ett typhjul.

Vi ha nu kommit fram till L. M. Ericssons födelseår 1846.

Telegrafnätets första utbredning

Någon epokgörande nyhet, som framkom just detta år, finnes ej att omtala, men vid denna tidpunkt förelågo flera möjligheter för åstadkommande av snabba och tillförlitliga telegrafförbindelser, varför också senare hälften av 1840-talet och det därpå följande årtiondet blev telegrafväsendets genombrottstid. Amerikas Förenta Stater lågo allttjämt i täten. I Europa voro till en början järnvägarna de ledande, men inom kort började privata och statliga företag utföra telegrafanläggningar för allmän korrespondens. England, Frankrike, Tyskland och Österrike kommo först bland Europas länder. De övriga följde efter, och sedan Grekland fått sin första anläggning, funnos år 1860 telegrafförbindelser i alla europeiska stater. Den första internationella förbindelsen öppnades år 1849 mellan Preussen och Österrike. Tyska staterna bildade med sistnämnda land en telegrafunion, varefter samtrafiken utsträcktes över hela kontinenten. Då man i början fruktade, att luftledningar skulle i allt för hög grad utsättas för åverkan, användes mångenstädes jordkablar, men försöken slog ej väl ut, och landleddningarna framfördes därför vanligen i luften.

Undervattenskablar kunde givetvis ej undvikas, när man önskade få förbindelse med insulära länder. De försök man gjorde med oarmerade kablar misslyckades, men sedan man övergått till kraftig järntrådsarmering uppnådde man med en kabel mellan Dover och Calais år 1851 gott resultat. Under därpå följande år nedlades ett flertal undervattenskablar inom Europa,

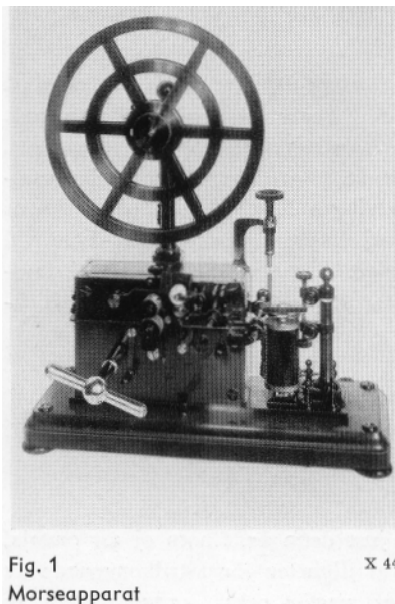
bl. a. över Öresund, och nu började kravet på en förbindelse med Nordamerika framträda allt starkare. Kabel härför anskaffades, men vid utläggningen år 1857 brast denna vid ett havsdjup av ca 4 000 meter. Året efter lyckades man visserligen utlägga en kabel över Atlanten, men efter några veckors användning upphörde den i början av september 1858 att fungera, förmodligen på grund av för svag isolation. Nu dröjde det till år 1865, innan jättefartyget »Great Eastern» kunde utlägga den tredje och bättre konstruerade kabeln, samtidigt som man fann den förlorade änden av 1857 års kabel och kunde fullborda utläggning även av denna. I slutet av år 1866 hade man således fått 2 fullgoda atlantkablär. Många sådana tillkommo under årens lopp, och år 1874 voro praktiskt taget alla länder inlänkade i världstelegrafnätet.

Telegrafens betydelse för den tidens affärsförbindelser kan knappast överskattas.

Ländernas regeringar fingo snart intresset väckt för möjligheten att ernå snabb förbindelse med sina underlydande organ, men voro i regel föga hågade att bereda allmänheten samma förmån. Där enskilda företag upprättat telegrafanläggningar upplätos dessa däremot genast för kommersiell trafik och regeringarna måste även de - med tanke på räntabiliteten - snart följa efter. De stora handelshusen hade tidigare genom sitt dyrbara, men snabba kurirsystem ett övertag över de mindre, ekonomiskt svagare företagen, och kunde bättre utnyttja hastigt växlande konjunkturer. Telegrafens för alla öppnade möjligheter bidrog till att bryta storförmornas dominerande inflytande och öppnade möjligheter för en konkurrens, vilken i sin tur medverkade till det ekonomiska och tekniska uppsving, som de följande åren, trots tillfälliga bakslag, uppvisat.

Telegrafens införande i Sverige

Brist på intresse och stridiga intressen hade ofta gjort föret svårt i portgången. Så var också fallet, då telegrafen infördes i Sverige. I brev till konung Oscar I hade år 1849 amerikanen *Robinson* erbjudit sig att anlägga en telegrafförbindelse mellan Stockholm och Göteborg. Handelskamrarna i dessa städer väntade sig emellertid ej någon större nytta av en sådan anläggning och ville icke bidra till kostnaderna, varför regeringen lät frågan falla. Allmänheten hade dock börjat visa intresse för saken, men ett nytt erbjudande från Robinson året därpå vann icke heller regeringens bifall.



Det var tre svenska militärer, som sedan togo upp frågan på nytt, generalen *Carl Akrell*, chef för optiska telegrafen, samt överstelöjtnant *J. F. von Heland* och majoren *A. L. Fahnehjelm*. Den sistnämnda hade redan under sitt arbete vid flottans mekaniska kår intresserat sig för den galvaniska elektricitetens praktiska användningar. Han konstruerade under åren 1843-46 tillsammans med v. Heland en telegrafapparat. Vid en utländsk resa år 1850 tog Fahnehjelm kännedom om anläggningen Hamburg-Cuxhaven och inköpte i Hamburg en morseapparat. Med denna som modell tillverkades i Sverige två apparater. Fahnehjelm och v. Heland utförde med dessa en rad experiment och kunde på våren 1852 förevisa en provanläggning på de la Croix' salong i Stockholm. Akrell var nu helt vunnin för saken och inlämnade till Konungen ett förslag till svenskt telegrafnät, som omfattade Svea- och Götaland och även tog sikte på förbindelser med Danmark och Norge.

Regeringen gav i början av år 1853 sitt principiella gillande av planen. Den inskränktes dock till sträckan Stockholm-Uppsala-Örebro-Göteborg, varvid endast delen Stockholm-Uppsala omedelbart skulle byggas. Den 16 juli 1853 kunde Sveriges första elektriska telegrafanläggning Stockholm-Uppsala avprovas och på hösten samma år öppnas för allmän trafik. v. Heland blev chef för anläggningarna, Fahnehjelm stationschef i Stockholm och till samma befattning i Uppsala utsågs A. H. Öller.

Nu framlade Akrell detaljerat förslag till linjens fortsättning Uppsala-Göteborg och vidare över Hälsingborg till Malmö, med grenlinje från Vänersborg till Norge och kabelförbindelse över Öresund till Danmark. År 1854 kunde, sedan medel blivit anvisade, arbetet fortsättas. Det framskred så raskt, att Göteborg kunde korrespondera med Stockholm den 4 juli, och hela förbindelsen fram till Malmö var klar redan den 28 augusti samma år.

Telegrafens ankomst firades i de olika städerna med stora festligheter, tidningarna lovordade dess möjligheter och isen var nu bruten. Riksdagen beviljade medel till nya linjer, och utbyggandet forcerades så, att under de fem följande åren anlades en huvudlinje över Norrköping och vidare efter hela ostkusten till Malmö och en annan via Gävle längs Norrlandskusten till Haparanda. Dessutom hade då Norge via Uddevalla anslutits till Vänersborg. Undervattenskablar hade lagts över Öresund och mellan Västervik och Visby. År 1859 hade alla residensstäder fått telegrafförbindelser utom Östersund, där telegrafstation inrättades först år 1863.

Stationerna voro utrustade med morseapparater. Dessa hade tillverkats av olika svenska instrumentmakare, bland vilka märkes F. J. Berg. Sedan den förut omnämnda A. H. Öller blivit direktör vid Stockholms telegrafstation, upprättade han år 1857 under firma Öller & Co. en instrumentverkstad. Där tillverkades både morseapparater och annan behövlig stationsutrustning. Verkstaden var en lång tid telegrafverkets huvudleverantör, och dess nya och förbättrade apparater väckte även i utlandet uppmärksamhet. Det blev också vid Öllers verkstad, som L. M. Ericsson skulle börja sitt livsverk inom tele-teknikens område.

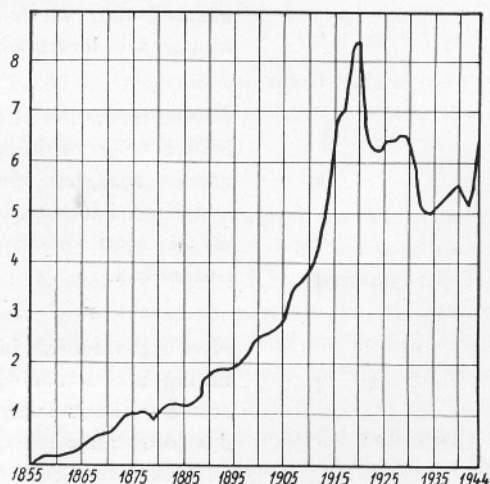
Utvecklingen av Sveriges telegrafnät fortsatte i rask, om också något minskad takt under 1860-talet. Under de därpå följande decennierna visade trafiken under vissa år avstannande eller minskning, vilket återspeglades i svårigheter att få ekonomin att gå ihop och i att anläggandet av nya linjer och stationer bedrevs i sakta takt eller vissa år inställdes. Man var vid denna tid benägen att anse detta bero, förutom på inträffande lågkonjunkturer, även på konkurrens från dels järnvägstelegrafens, dels den under 1880-talet införda telefonens sida.

Vad järnvägstelegrafen beträffar, befanns att många mindre orter kunde reda sig med dess möjligheter, ehuru vid järnvägarna den privata korrespondensen först i andra hand kunde tillgodoses. Under lång tid voro Siemens' och sedermera L M Ericssons visaretelegrafapparater de på järnvägsstationerna i allmänhet brukade. Trots att telegramexpedition med dessa apparater var mindre säkra än med morsesystemet, voro telegraferingsmöjligheterna till stor nytta för allmänheten och tillförde även statstelegrafnätet avsevärd trafik.

Även den konkurrens, som telefonen utövade särskilt på kortare avstånd, vände sig till telegrafrörelsens fördel, sedan Telegrafstyrelsen infört möjlighet för växelstationer och abonnenter att intefonera och per telefon mottaga telegram. Också på ett annat sätt skulle telefonledningarna komma att bereda telegrafen fördelar. Genom att förse en telefonledning med transformatorer i båda ändpunkterna och från mitten av de åt linjen vända transformatorlindningarna uttaga en ledning, kunde man utan att telefoneringen hindrades, åstadkomma en enkeltrådig telegrafförbindelse. Den första dylika telegrafransformeringen togs år 1896 i bruk. Redan tjugo år tidigare hade man på tvenne andra vägar sökt undvika kostsamma ledningsbyggen och därför ökat det befintliga telegrafnätets trafikförmåga, nämligen genom införande av snabbskriftsystem och duplextelegrafering.

Nyare telegrafsystem

antal telegram i miljoner



Till snabbskrift övergick man år 1874 på de hårdast belastade linjerna, där Wheatstonesystemet började användas. Med perforatorer utstansas telegraftecknen i pappersremсор. De färdiga remсорna inmatas i sändaren, som arbetar med stor hastighet. I mottagaren, en modifierad morseapparat med polariserat magnetsystem, framkomma tecknen på telegrafremсор. Systemet har på grund av sin pålitlighet och förmåga att kunna avverka trafikanhopningar länge varit av stort värde.

Duplextelegraferingen, med vilken man på en tråd samtidigt kan sända i båda riktningarna, grundar sig på en av amerikanen Stearn utarbetad metod. Duplex kan användas såväl vid Wheatstonesystemet som för vanlig morsetelegrafering. Första användningen i Sverige daterar sig från år 1878.

På diagrammet, Fig. 2, visas telegramtrafikens utveckling i Sverige. En jämn och regelbunden ökning ägde rum från år 1889 fram till världskriget 1914-1918.

Trots att man med ovan angivna hjälpmedel kunde mottaga en stor del av denna ökning, måste man dock i viss utsträckning bygga nya telegrafledningar. Det under och omedelbart efter kriget starkt ökade ledningsbehovet gjorde under denna tid flera anläggningar nödvändiga. År 1924 hade emellertid längden av telegrafledningar nått sitt maximum. Då hade rikskablar börjat läggas, och telefonledningarna i dessa erbjödo möjlighet till nya telegrafförbindelser. När de blanka trådarna efter järnvägslinjerna på grund av elektrifieringen måste raderas, ersattes de med kabelförbindelser.

I Sverige användas härför tre olika system nämligen kabeltelegraf, tontelegraf och överlagringstelegraf.

Kabeltelegrafförbindelserna äro dubbeltrådigas och utan förbindelse med jord. I rikskablarna äro för telefonändamål alla fyrskrivar fantomiserade. Uttages mitten av fantomtransformatorns mot kabeln vända lindning, erhålles av varje fyrskriv utöver 3 talförbindelser även en enkelledning och två sådana bilda en för telegrafering, men ej för telefonering, användbar superfantomförbindelse. Kabeltelegraf användes på sådana sträckor, där behovet av förbindelser är relativt litet.

För *tonfrekvensförbindelser* tagas telefonledningar i anspråk. Det frekvensband, som utan för stor distortion kan sändas genom den pupiniserade kabelledningen, uppdelas i flera smalare band, s. k. kanaler, var och en med sin bärfrekvens. För

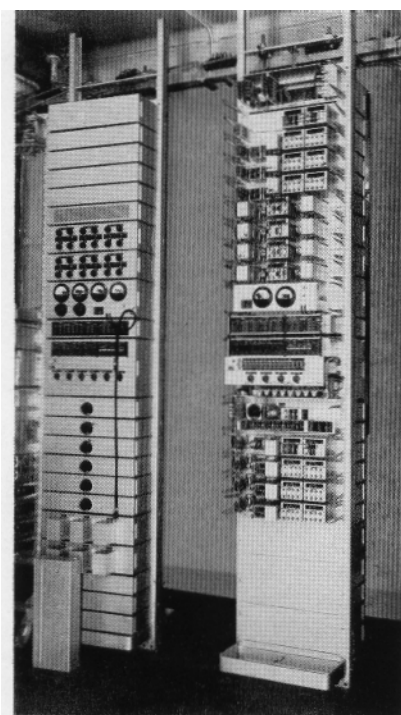


Fig. 3
Stativ för tonfrekvenstelegraf

X 44

ändamålet disponeras en av kabelns 4-trådsförbindelser. På varje sådan kan man inlägga 24 kanaler i vardera riktningen och erhåller således på varje använd telefonförbindelse 24 telegraferingsmöjligheter. Utrustning för dessa anläggningar levereras av LM Ericsson, som nu även arbetar med nya ännu modernare typer av tontelegraf.

Vid *överlagringstelegrafsystemet* användes endast en bärfrekvens, vilken ligger högre än de frekvenser, som fordras för god talförbindelse och skiljes från dessa genom filter. I likhet med kabeltelegrafen erhålles den överlagrade kanalen, utan att telefonmöjligheterna minskas. Samtliga överlagringsutrustningarna äro levererade av LM Ericsson.

Genom användandet av telefonförbindelser för telegrafändamål har behovet av blanka telegrafledningar nedgått, så att den längd av nära 44 000 km, som nåddes 1924, nu minskats till mindre än 4 000 km, under det att telegrafkanalerna i telefonnätet ha en längd av tillsammans ca 103 000 km. Apparatutrustningen för dessa kanaler är till största delen förlagd till kabelöverdragsstationerna.

Nya apparater ha införts även på telegrafstationerna, och numera användes nästan uteslutande fjärrskrift för den trådbundna telegraftrafiken. Morseutrustning finnes kvar blott på ett fåtal stationer. Wheatstoneapparater användas fortfarande för Store Nordiskes transitoförbindelser, men stå i övrigt endast kvar som reserv.

För fjärrskrift användas maskiner av tre olika fabrikat nämligen Morkrums teletype, Creeds teleprinter och Siemens' Fernschreiber.

Sedan under de senare åren fjärrskriftförbindelser i större utsträckning uthyrts till statliga förvaltningar och enskilda företag, uppgår antalet i bruk varande fjärrskrivmaskiner inom landet nu till över 1000. Planer och förslag till införande av abonnenttelegrafi med automatisk koppling äro under utarbetande.

Sveriges telegrafförbindelser med utlandet

I förbigående har omnämnts, att redan under 1850-talet undervattenskabel lades över Öresund. Denna kabel ingick i förbindelsen Köpenhamn-Hälsingborg, som var färdig vid nyår 1855. Då hade danskarna en egen telegrafstation i Hälsingborg, där telegrammen mellan stationerna utväxlades med bud. Direkt expedition kom till stånd först fem år senare. Vid denna tid hade behov av flera och säkrare förbindelser med kontinenten uppstått och en ny kabel till Danmark utlades hösten 1863. Under dansk-tyska kriget år 1864 blevo telegrafledningarna brutna, vilket påskyndade anläggandet år 1865 av en direkt kabel mellan Skåne och Rügen. Livligt intresse fanns vid denna tid i England och Amerika för en väst-östlig transitoförbindelse genom Sverige till Ryssland och ansökningar om monopol inlämnades från flera kabelbolag till svenska regeringen, som emellertid icke då ville medge någon ensamrätt.

Emellertid hade Sverige för sin egen trafik med Europa fått vidkännas höga transitoavgifter, och man hade fått klart för sig att transitering genom landet kunde giva avsevärd inkomst. När därför den danske finansmannen *C. F. Tietgen* i samarbete med utländska kabelbolag hade börjat få koncessioner i andra länder och därefter vände sig till svenska regeringen, upptogs hans förslag, om ock med viss reservation, välvilligt och i juni 1869 lämnade Sverige den första koncessionen till Tietgen, vilken han sedermera överlät till sitt samtidigt grundade bolag, Det store Nordiske Telegrafelskab. I koncessionen stadgades skyldighet för Tietgen att omedelbart utlagga en kabel över Ålands hav och att sedan, i den mån svenska och ryska regeringarna så önskade, öka antalet förbindelser denna väg. Kabeln Grisslehamn-Nystad togs i bruk den 1 november 1869. Sedan Store Nordiskes koncession utvidgats att omfatta förbindelser från Sverige västerut utlade bolaget år 1873 en kabel med två trådar Marstrand-Skagen, varifrån anknytning erhöles med kablarna Fanö-Calais och Hirtshals-Newbiggin. Transitoledningarna genom Sverige anlades och ägdes av telegrafverket. Trafiken på denna befordringsväg steg regelbundet och under åren 1877-90 lades av bolaget ytterligare två kablar över Ålands hav samt två kablar Göteborg-Newcastle. Store Nordiskes koncession gäller alltså, om också betydligt modifierad.

År 1898 nedlades en ny telegrafkabel till Tyskland, och den starkt ökade kontinentaltrafiken har sedermera tillgodosetts genom för telefon och telegraf gemensamma undervattenskablar.

Den första telegrafförbindelsen med Norge via Vänersborg öppnades redan år 1855. Nya landförbindelser med Norge ha sedan ordnats genom ledningar från Göteborg och Karlstad till Oslo, från Östersund till Trondheim och via Kiruna till Narvik. Transitering av norsk trafik via svenska ledningar har även förekommit. År 1856 anslöts Ryssland via Torneå-Haparanda till svenska nätet. Vid krigsutbrottet år 1939 hade Sverige ett 30-tal telegrafförbindelser med utlandet. De flesta av dessa avbrötos av de krigförande och alla äro ännu ej återställda. I deras ställe ordnades radiotelegraf mellan Sverige och flera länder, varigenom större delen av trafikbehovet kunnat tillgodoses.

Telefoni

I föregående avsnitt - om telegrafen - nämndes Oersteds och Aragos upptäckter. År 1831 påvisade *Faraday* att, om en ledningskrets omsluter ett magnetiskt fält och fältstyrkan ändras, alstras ström i ledningskretsen. Dessa forskningsresultat utgjorde den nödvändiga grunden för talöverföring med elektricitetens tillhjälp. Nedan behandlas först de grundelement, som tillsammans bilda en telefonapparat.

Mottagaren - hörtelefonen

Amerikanen *Page* gjorde år 1837 ett försök, varvid han anbragte en trådspiral mellan polerna till en hästskomagnet. När ström slöts eller bröts i trådspiralen, uppstod vid magneten en ton. Denna s. k. Page-effekt, som berodde på små formförändringar i magneten, användes av tysken *Reis* i den av honom utförda mottagaren, som bestod i en järntråd omspunnen med koppartråd. Anordningen var fästad på en resonanslåda för att ljudet skulle höras bättre.

Reis, som gav sin konstruktion namnet telefon, utförde sina arbeten under åren 1860-63. Ett par år senare upptog irländaren *Yeates* liknande experiment, och ytterligare ett försök i samma stil gjordes år 1874 av *Elisha Gray*. Redan flera år tidigare, år 1868, hade dock amerikanen *House*, vilken arbetade inom telegrafiens område, framställt en ljudmottagare för telegrafering vilken med fördel kunde ha använts för talmottagning, om blott uppfinnaren beaktat denna möjlighet.

Den, som skulle komma med den slutliga lösningen av telefonproblemet, var amerikanen *Alexander Graham Bell*. Visserligen hade han många av andra forskare utförda försök att bygga på, men han hade, i motsats till föregångarna, genom studier av *Helmholtz'* experiment kommit till insikt om att det artikulerade talet innehöll en mångfald sammanlagrade toner. Han ger ett uttryck för detta rön i en av de tidigare framställda apparaterna. Denna bestod av en kraftig elektromagnet i form av en hästsko, vars skänklar voro försedda med ett flertal ställameller, såsom i en speldosa. Dessa lameller voro avstämda i en skala av toner. Teoretiskt sett skulle apparaten kunna ha återgivit talet med riktig klangfärg, men Bell fann snart, att det behövliga antalet lameller då måste vara orimligt stort. Han kom emellertid fram till en annan enklare lösning genom att fästa elektromagnetens järnkärna på ett membran, i första konstruktionen en guldslagarhinna. Denna anordning visade sig kunna ersätta alla lameller.

Nu hade Bell sin hörtelefon klar i princip, och han angav den år 1876 i sin första patentansökan. Snart därefter utbytte han guldslagarhinnan och det särskilda ankaret mot ett järn- eller stålmembran och elektromagnetens utfördes med en permanent stavmagnet på vars ena pol en trådspole med mjuk järnkärna anbringades. Härigenom hade hörtelefonen i början av år 1877 också fått den yttre form, som den under många år skulle bibehålla.

Sändaren - mikrofonen

Den av Bell uppmärksammade skillnaden mellan de rena musikaliska tonerna och det artikulerade talet med sina konsonantljud och sin skiftande klangfärg var av avgörande betydelse vid konstruktion av en sändare.

När det gällde att sända enkla toner, kunde man reda sig, blott de intermittenta strömvavbrotten eller slutningarna gingo i takt med tonens periodtal, men vid sändning av tal måste alla däri ingående frekvenser med sina inbördes varierande amplituder sändas samtidigt. Den ventil, med vilken den så undulerande strömmen regleras, får ej heller i något fall helt bryta ledningskretsen.

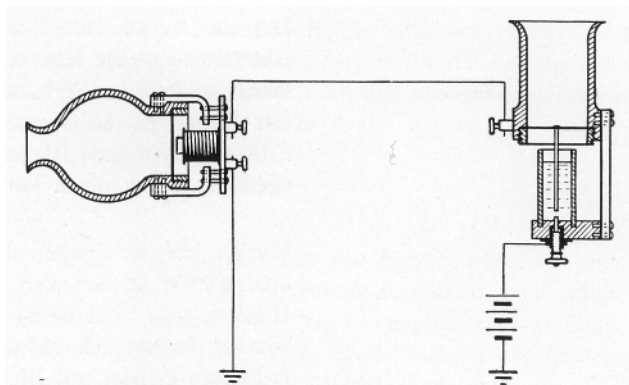


Fig. 5 Gray's patentritning, år 1876

senare kom Gray fram till en sändare, som arbetade med motståndsvariationer. Gray använde då ett kärl innehållande en vätska med ringa ledningsförmåga. Från botten av kärlet stack upp en tråd med platinaspets. I ett stålmembran ovanför kärlet var fästad en annan tråd med likadan spets, vilken var nedförd i vätskan till lagom avstånd från den fasta spetsen. När membranet bragtes i svängningar åstadkommes genom motståndssändringarna variationer i den ström, som var sluten genom vätskeskiktet mellan trådspetsarna.

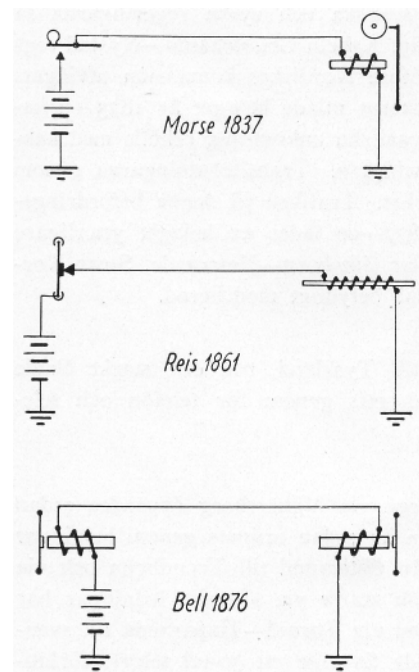


Fig. 4
Jämförelse mellan principen för Morses, Reis' och Bells konstruktioner

I sin apparat använde Reis som sändare en fjäder med platinaspets, vilken gjorde kontakt med en på ett membran fästad platinaplåt. När den ström, som leddes genom kontakten, vid membranets svängningar omväxlande bröts och slöts, kunde apparaten visserligen tydligt, om också ej fullkomligt, återgiva tonerna, men av talet framkom blott ett eller annat ord. Något bättre gick det med Yeates' apparat, men först då kontakten genom en tillfällighet blivit fuktig. Både Reis och Yeates hade, utan att själva veta om det, vid de tillfällen, då deras apparater verkligen talade, arbetat med strömvariationer i stället för med avbrott. Varken Reis' eller Yeates' apparater kommo till praktisk användning och voro en lång tid bortglömda.

När Gray år 1874 konstruerade sin elektroharmoniska telegraf och däri använde självavbrytare avstämda för olika toner, var han inne på den idé Bell tillämpat i sin lamellapparat. Först

Bell löste sändarefrågan på det sätt att han helt enkelt använde samma slags apparat både för mottagning och sändning. Detta angavs också i den patentritning, som han den 14 februari 1876 inlämnade. Samma dag, men några timmar senare, inlämnade Gray på sin redan färdiga konstruktion en interimistisk patentansökan (caveat) för att hindra Bells patent, vilket dock ej lyckades. Sändaren var den nyss beskrivna och mottagaren skilde sig föga från Bells.

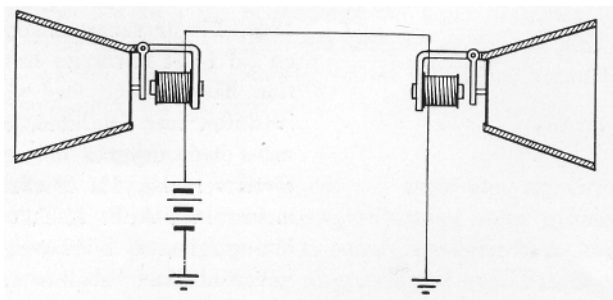


Fig. 6 Bells patentritning, år 1876

Att använda hörtelefonen som sändare visade sig snart mindre effektivt, och Bell övergick till att, liksom tidigare Gray, använda olika apparater för mottagning och sändning. Man närmade sig åter Reis' konstruktion men sökte sig nu fram mot en kontakt som ej gjorde avbrott, utan åstadkom ett med ljudtrycksvariationerna föränderligt motstånd.

Det var *Edison*, som först av alla använde kolelektroder. I samarbete med *Phelps* tillverkade han en sändare med kontakt mellan en kolplatta och en skiva av platina. Några månader tidigare hade dock Edisons landsman *Blake* fått patent på en sändare även den med kol-platinakontakt. Jämfört med Edison-Phelps hade Blakes konstruktion bättre möjligheter till finjustering, en egenskap varav dessa kontakters användbarhet var i hög grad beroende.

Hittills har vid beskrivningen av de olika sändarna ordet mikrofon undvikits, därför att det var den i samband med telegrafan omtalade professor Hughes, som först begagnade denna benämning. Hughes påvisade att en lös kontakt mellan två elektroder hade mycket kraftigare ventilverkan än den fasta som Edison och Blake använde. Den lösa kontakten bildades av en eller flera kolstavar, vars ändar voro lagrade i urholkade kolstycken. Det var dock svårt att i ledningskretsen undvika intermittenta avbrott, vilka förstörde talet. En fullgod lösning av mikrofonproblemet framkom år 1881, då *Henry Hunnings* offentliggjorde principen för kolkornsmikrofonen, vari utrymmet mellan elektroderna hade utfyllts med kolkorn av lämplig sort och storlek.

Telefonapparatens övriga element

I de första telefonapparaterna var batteriet genom magnetspolen seriekopplat med ledningen. I den mån ledningsmotståndet ökade blevo strömvariationerna allt svagare och Edison införde redan år 1877 en transformator, den s. k. induktionsrullen, och två strömkretsar i apparaten. I mikrofonkretsen ingår då batteriet, mikrofonen och en lågohmig transformatorlindning. I hörtelefonkretsen inkopplas mottagaren och den andra transformatorlindningen i serie med ledningen.

Till en fullständig telefonapparat höra även anordningar för avgivande och mottagning av signaler. Under det första skedet signalerades med batteri och ringledningsklocka, men efter ett par år infördes växelströmssignalering med magnetinduktor som generator och polariserad klocka som mottagare. Den erforderliga omkastningen mellan tal och signal utfördes först för hand men gjordes sedan med tillhjälp av den klyka, i vilken hörtelefonen upphängdes. Den sålunda färdiga telefonen var i sin driftmässiga utformning en amerikansk produkt och dess införande såsom trafikmedel började också i Förenta Staterna.

Telefonnätens utveckling i olika länder

U. S. A.

Bell och Gray inlämnade, som ovan nämndes, samma dag patentansökan, och exploateringen av uppfinningarna omhändertogs, Bells av ett av honom bildat konsortium, sedermera The American Bell Telephone Company, och Gray av telegrafbolaget Western Union. Utvecklingen av telefonnätet tog redan under 1870-talet stark fart. I början av år 1880 var antalet apparater över 30 000 och blott ett år senare mer än fördubblat. Bellbolaget upprättade en hela landet omfattande organisation och grundade en mångfald dotterbolag. Ett av dessa bolag, American Telephone & Telegraph Company (A. T. & T.), växte moderbolaget över huvudet och Bellbolaget uppgick i A. T. & T. år 1899. Tio år senare inköptes också Western Union, varefter A. T. & T. för en tid i det närmaste hade monopol på telefonrörelsen i Staterna. I opposition häremot och med visst stöd från myndigheterna bildades omkring sekelskiftet mer än hundratalet s. k. Independentbolag, vilka år 1907 tillsammans hade drygt 2 miljoner abonnenter mot Bellbolagens bortåt 4 miljoner. Sedermera började emellertid vissa av Independentbolagen sluta överenskommelser med A. T. & T. och bildade s. k. Associated Bell Companies. Härtill bidrog givetvis nödvändigheten att under en hatt samla interurbantrafiken, vilken alljämt behållits av A. T. & T. Som huvudleverantör har detta bolag haft Western Electric Co., som startades år 1872 och under 1870-talets sista år varit leverantör till Western Union, för att till sist helt ansluta sig till sin stora kund A. T. & T. Ledningen av såväl den kommersiella som tekniska utvecklingen har alljämt vilat på A. T. & T.

Storbritannien

Bells telefon väckte omedelbart efter sitt framträdande år 1875 stort intresse i England. Även Edisons mikrofonkonstruktion blev tidigt känd där, och inom kort bildades tvenne bolag, ett för exploatering av Bellkonstruktionerna och ett Edisonbolag. Redan 1880 trädde bolagen i förbindelse med varandra och sammanslogs till United Telephone Company.

I England hade emellertid staten monopol på telegrafrörelsen och inledde process mot bolaget. Frågan löstes år 1881 så, att bolaget mot viss, men hög royalty fick koncession på lokal telefonrörelse. Samma år startade staten (General Post Office) liknande rörelse, men under det att de privata näten hastigt ökade sitt abonnentantal hade G. P. O. ringa framgång. När kravet på interurbantrafik gjorde sig gällande måste staten år 1884 börja bygga interurbanledningar, och fortsatte sedan härmed. Inom kort fick bolaget koncession även på byggandet av sådana ledningar. Därefter tog utvecklingen fart. The United Telephone Company och andra företag sammanslogs år 1889 till The National Telephone Company, som därefter blev det ledande telefonföretaget.

Många ansågo dock att de enskilda intressena fått en allt för monopolartad ställning. Efter några år, då frågan var uppe i parlamentet, beslöts, att staten skulle kraftigare bedriva sin förut tämligen långa konkurrens, och att koncessioner även skulle meddelas åt kommunala myndigheter. År 1889 beviljades G. P. O. ett betydande belopp för att öppna en konkurrerande station i London och genom att i möjligaste mån hindra bolaget att draga fram sina linjer, skärptes förhållandet mellan staten och detta bolag allt mera. Slutligen, då bolagets koncession år 1911 utlöppte, inlöstes dess egendom av staten, som därefter ensam bedrivit telefonrörelsen inom England. Telefonverksamhetens utveckling i England skedde, fränsett statens deltagande, efter liknande linjer som i Amerika. I fråga om telefonens allmänna spridning kom England icke att kunna jämföras med föregångslandet.

Frankrike

Redan från början förklarades i Frankrike telefonen vara ett statens monopol. Men även där erhöles tidigt privata företag koncessioner mot hög royalty. Franska staten började dock egen verksamhet på området år 1882 och de privata företagen inlöstes 1887, varefter staten ensam handhaft all telefonrörelse. I avseende på telefonens spridning har Frankrike ej kommit i första ledet.

Tyskland

Tyskland var det enda av de i fråga om telefonen ledande länderna i Europa, där rörelsen från början i sin helhet togs om hand av staten. Generalpostmästaren *Stephan* insåg dess värde och införde telefon på alla större postkontor, vilka saknade telegrafförbindelse, så att i Tyskland redan år 1880 flera tusen telefonapparater voro i bruk.

Bell hade icke uttagit patent i Tyskland, och den framsynta firman Siemens & Halske upptog tillverkning av telefonutrustning samt gjorde i stor utsträckning egna, förbättrade konstruktioner. Visserligen hade både inländska och amerikanska företagare sökt få koncessioner, men Stephan genomdrev statsmonopol och Reichspostamt började mottaga abonnemang år 1880. Det gick ej så fort med utvecklingen av lokalnäten, och interurbantrafiken fick först vid mitten av 1880-talet någon större omfattning. Därefter har telefonen dock fått allt vidsträcktare spridning.

Tack vare det grundliga forskningsarbete, som i Tyskland nedlagts på detta område, och den tyska industriens starka utveckling, har i Tyskland använts övervägande egna konstruktioner. Dessa ha också inom Europa i övrigt blivit mycket spridda. Vad abonnenttäteten i Europa beträffar har endast ett fåtal länder haft att uppvisa bättre siffror än Tyskland.

Danmark

Telefonens första utveckling i Danmark företeer en bild liknande Englands. Frånvaron av lagbestämmelser tillät enskild företagsamhet ända fram till år 1889, då staten genomdrev sitt telefonmonopol. Koncessioner på telefondrift meddelades dock för lokala områden och sådana äro alltiämt i kraft. Bland de större telefonföretagen märkas främst Köbenhavns Telefon Aktieselskab, som tillgodoser hela Själland, ett bolag för Jylland och ett för Fyen. Staten handhar det landsomfattande interurbannätet och har även dit anslutit ett antal egna abonnenter.

I fråga om telefonens utbredning intar Danmark en framskjuten ställning. Antalet abonnenter per kvadratkilometer är det största i Europa. Antalet apparater pr 1000 innevånare är också mycket stort, men i detta avseende Danmark sedan flera år tillbaka överträffats av Sverige.

Norge

I Norge erhöles staten år 1881 ensamrätt till telefonverksamhet, dock med det viktiga undantaget, att inom stad eller härad även enskilda fingo bedriva sådan rörelse. De lokala, kommunala eller privata företag, som redan tidigt startade, började emellertid allt mera känna behov av samtrafik med varandra, och regeringen lämnade också tid efter annan koncessioner på långförbindelser. Frågan om interurbantrafiken visade sig vara ett svårt problem. Det löstes så, att staten i enlighet med Stortingets beslut år 1896 inköpte de privata interurbanledningarna och därefter omhändertog långlinjetrafiken. Samtidigt började norska staten även bedriva lokal telefonverksamhet. Så småningom ha allt fler lokala anläggningar övergått i statens ägo.

Intresset för telefonfrågor har i Norge varit stort och allmänt samt bidragit till en med hänsyn till landets natur- och befolkningsförhållanden anmärkningsvärt stor telefontäthet. Bland Europas länder intar Norge sålunda tredje rummet närmast efter Sverige och Danmark.

Det svenska telefonnätets utveckling

Efter denna rundblick skall jag slutligen övergå till det svenska telefonnätets utveckling och därvid beröra även de tekniska framstegen.

Det förhållandet, att i Sverige något statsmonopol på telegraf- och telefonrörelsen icke från början existerat eller senare blivit lagstadgat, har varit förutsättningen för den nedan skildrade utvecklingen.

De första telefonerna

Första gången en telefon visades i Sverige var i augusti 1877, då en norsk ingenjör *Hopstock* demonstrerade en anläggning mellan Grand Hotel och telegrafstationen i Stockholm. Samma år importerades ett antal av Bells handtelefoner och vid nästa årsskifte funnos två telefonledningar i Stockholm, en mellan ingenjör H. T. Cedergrens butik och bostad vid Drottninggatan och en mellan gasverket och gasklockan vid Vasagatan. Under första delen av år 1878 hade ytterligare 23 telefonförbindelser uppsatts i staden. Man använde då Bells telefon både som avsändare och mottagare.

Initiativet till anläggandet av ett verkligt telefonnät, varigenom telefonen skulle kunna bli till allmän nytta, togs år 1879 av tre telegrafkommissarier i Stockholm herr *Lybeck*, *Bratt* och *Recin*, vilkas framställning resulterade i förklaringar från såväl Telegrafstyrelsen som Överståthållarämbetet, att hinder icke mötte för en telefonanläggning i Stockholm. Ovannämnda herrar bildade år 1880 Stockholms telefonbolag. De vände sig emellertid för inköp av apparater till Bellbolaget i Amerika. Detta bolag, som självt önskade omhandera sådana anläggningar, övertog Stockholmsbolaget och det nybildade Stockholms Bell telefonaktiebolag öppnade hösten 1880 Sveriges första telefonstation i Stockholm vid Österlånggatan. Dit inkopplades då 121 abonnenter. Filialstationer öppnades snart därefter på Söder och på Norr samt i Stockholms närmaste omgivningar.

Bellbolaget hade planer på att anlägga telefonnät i ett flertal andra svenska strider, men endast näten i Göteborg, Malmö och Sundsvall blevo utförda i detta bolags regi år 1881.

Däremot anlade enskilda telefonföreningar samma år nät i Norrköping, Gävle, Örebro, Eskilstuna, Västerås och Enköping. Bellbolaget använde telefonapparater av Bell-Blake typ, och möjlighet för rent svenska företag att utföra telefonanläggningar hade vid denna tid skapats av L M Ericsson. Denne hade haft anställning på A. H. Öllers tidigare omnämnda instrumentverkstad, som tillverkade telegrafapparater och annan elektrisk utrustning. Ericsson började egen verksamhet den 1 april 1876. Sedan han fått kännedom om telefonen, gjorde han experiment därmed och kunde redan år 1878 själv tillverka och i mindre skala försälja apparater. Hans fabrikat visade sig jämnogoda med och i många fall överlägsna de utländska. Gävle telefonanläggning var den första som uteslutande använde Ericssons tillverkningar, och följdes häri sedan av landets övriga telefonföreningar. Den tidigare anordningen, där hörtelefonen användes även som sändare, hade då övergivits, och mikrofoner av Blakes typ vunnit insteg. Den mikrofonkonstruktion, som utarbetades av Ericsson, var liksom Bellbolagets av Blake-modell, men dess särdeles goda möjligheter för finjustering av kol-platina-kontakten gjorde den så effektiv, att den lång tid framåt dominerade på den svenska marknaden.

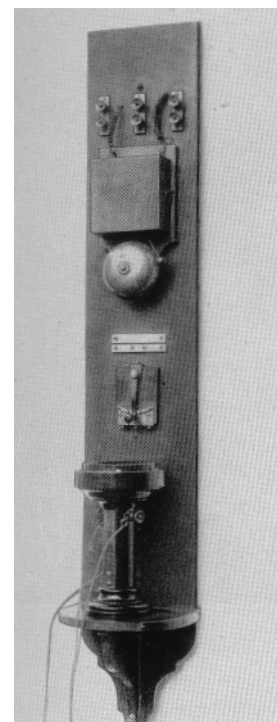


Fig. 7 Telefonapparat, använd av H T Cedergren år 1878

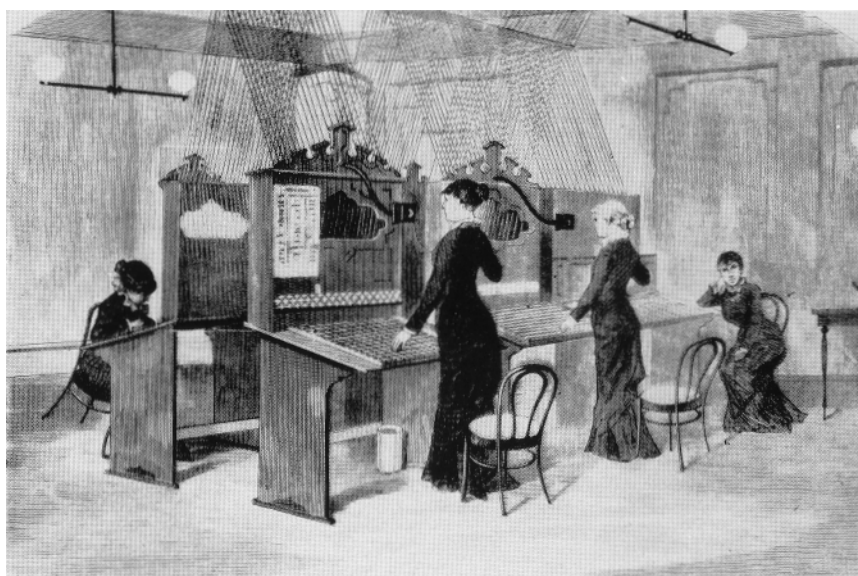


Fig. 8
Bellbolagets första station
efter teckning av Victor Andren

Telegrafstyrelsen ställde sig till en början avvaktande gentemot det nya trafikmedlet och reste inga hinder, då tillstånd till de ovan berörda anläggningarna begärdes.

Först då dessa år 1881 fått sådan omfattning att deras verksamhet kunde befaras få menlig inverkan på telegrafrörelsen, begärde och fick telegrafverket tillstånd att, som det hette, »medelst anläggningar af telefonledningar underlätta den telegrafiska samfärdseln inom sådana orter, som deraf finnas vara i behof». Omsorgen om telegrafen var otvivelaktigt Telegrafstyrelsens huvudintresse, men ett erkännande åt telefonen som självständigt trafikmedel låg dock i styrelsens åtgärd att samma år 1881 anordna telefonförbindelser mellan statsdepartementen och de centrala ämbetsverken. Växelbordet var uppsatt på Stockholms centraltelegrafstation och anläggningen omfattade vid inkopplingen 32 apparater, vilka även kunde sättas i förbindelse med

det enskilda nätet. I enlighet med nyssnämnda bemyndigande anlades också under de följande åren ett antal förbindelser från telegrafstationer till bruk, sågverk och större egendomar, vilka förbindelser ofta hade en avsevärd längd, några ända upp till 50 km. När sedermera till en telegrafstation anknötos flera dylika ledningar, kunde abonnenterna börja samtala med varandra, och detta var upprinnelsen till telegrafverkets lokalnät utanför huvudstaden.

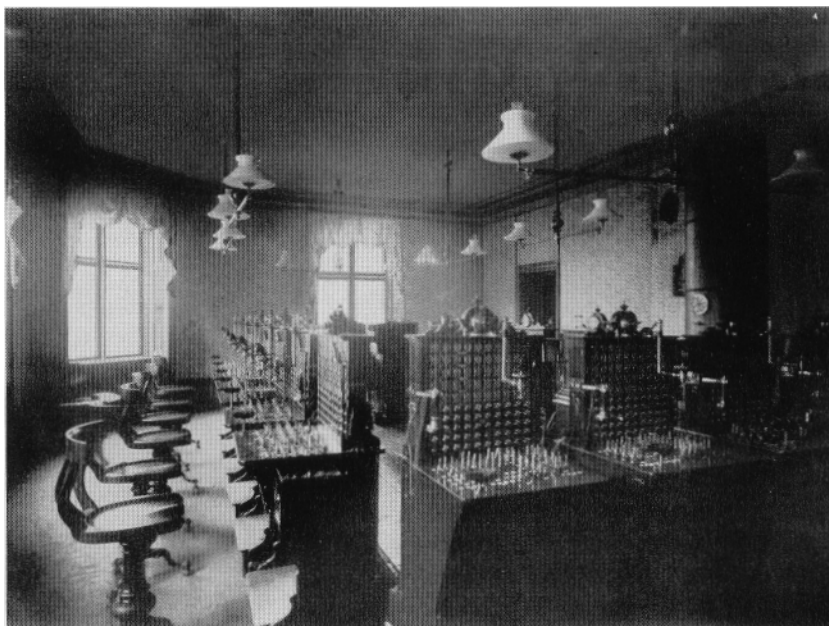


Fig. 9 Allmännas första telefonstation vid Oxtorget i Stockholm år 1883

Vissa sådana abonnentledningar voro också via telegrafstationen kopplade till platsens enskilda nät. I flera fall öppnades även i landsorten samtrafik mellan telegrafverket och telefonföreningarna. Bellbolagets höga abonnemangstaxor bidrogo utan tvivel till framgången för telefonföreningarna, som startades och drevos utan tanke på ekonomisk vinst, och bolagets taxepolitik medförde också uppkomsten i Stockholm av ett annat företag, vilket i sinom tid skulle överflygla Bellbolaget.

Stockholms Allmänna Telefonaktiebolag

Ingenjören H. T. Cedergren, som låtit anlägga en av de första telefonförbindelserna i landet och sedan varit abonnent hos Bellbolaget, framhöll för bolagsledningen, att en sänkning av avgifterna skulle medföra ökad utveckling av rörelsen. När han ej vann gehör, trädde han i förbindelse med L M Ericsson och träffade med honom överenskommelse om leverans av behövlig telefonutrustning. Därefter var lian efter noggranna kalkyler färdig att - trots från flera håll framförda betänkligheter - bilda *Stockholms Allmänna Telefonaktiebolag*, som konstituerades den 13 april 1883. Samma år i oktober öppnades »Allmännas» första telefonstation vid Oxtorget i Stockholm. Cedergrens åtgärd att sänka taxorna från Bellbolagets 160-280 kr. till 100 kr. för alla abonnenter visade fram mot den väg, på vilken Sverige skulle bliva ett av världens främsta telefonland.

Landsnäten

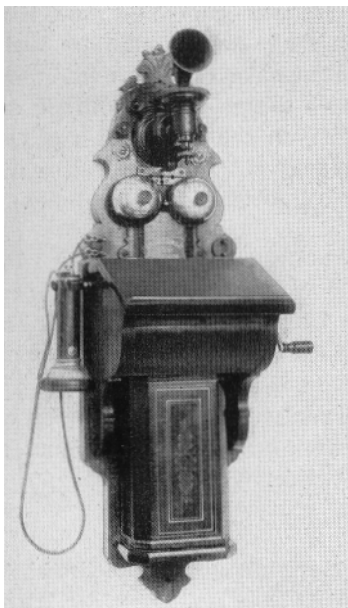
Telegrafverket anlade år 1882 telefonnät i Härnösand och Uddevalla, de första statliga näten utanför Stockholm. I början av år 1883 inköpte verket Bellbolagets nät i Malmö och utvidgade under åren därefter denna anläggning till Lund, Eslöv, Trelleborg och Landskrona. Dessutom anlades en del smärre nät eller samtalsstationer i Bohuslän, Bergslagen och i Norrland. Rikstelefonens skanska telefonnät utvecklades sedermera att omfatta hela provinsen.

Vid sidan härav hade inom landet i övrigt en stark utveckling av telefonföreningarnas verksamhet ägt rum. Sålunda hade antalet föreningsnät, som år 1881 utgjorde sex, redan 1884 ökats till ett femtiotal, en ökning som sedermera fortsatte.

Apparater och telefonväxlar

Den materiel, som Bellbolaget under denna tid använde, var helt av utländsk tillverkning. Allmänna bolaget använde däremot uteslutande apparater och växelbord av L M Ericssons tillverkning och detsamma var förhållandet även vid telegrafverket och telefonföreningarna.

I Ericsson-apparaten användes den förutnämnda förbättrade Blake-mikrofonen och en hörtelefon av omkonstruerad Bell-typ. Telefonväxlarna voro till att börja med utförda med på en skiva anbragta metallskenor, men Ericsson införde snart jackar och kopplingssnören med proppar, varigenom telefonistens arbete underlättades och det behövliga utrymmet blev mindre. Dessa växlar utfördes för 50 abonnenter. I den mån abonnentantalet steg, måste man uppställa flera växlar bredvid varandra och anordna förbindelseledningar mellan dem. För att ej få allt för stora stationer och för att minska abonnentledningarnas längd inrättade också de båda Stockholmsbolagen redan under de första åren filialstationer inom olika stadsdelar. Svårigheten att bemästra expeditionen steg ändock med abonnentantalet och det stora antalet växelbord. Inom varje station måste telefonisterna ropa de begärda abonnenternas namn eller nummer till varandra, och förhållandet blev till sist olidligt.



Emellertid hade ingenjören *Schribner* i Chicago redan år 1879 konstruerat ett multipelbord, där varje abonnentledning var åtkomlig för alla telefonister. Sedan Cedergren och Ericsson fått kännedom om systemet, konstruerade den senare det första svenska multipelbordet, som år 1884 uppsattes på en av Allmännas stationer. Nu kunde bolaget, vars rörelse alltjämt vidgades, börja planera utförandet av stora stationer med goda expeditionsmöjligheter, och i juli 1887 öppnades högtidligen i Stockholm en station för 7 000 abonnenter vid Malmkillnadsgatan.

I fråga om apparaturen bör en annan tidigt utförd konstruktion ej förbigås i detta sammanhang. Redan då Cedergren år 1883 inbjöd till teckning av abonnemang, kunde han erbjuda de abonnenter, som voro nöjda med gemensam ledning av honom och Ericsson uppfunna automatiska växelapparater. Sådana funnos för 2 resp. 5 ledningar och abonnemang med delad ledning betingade ännu lägre avgift än den i konkurrens med Bellbolaget tillämpade, 100 kr.

Fig. 10 Telefonapparat med omkonstruerad Blakemikrofon, tillverkad av L M Ericsson

Konkurrensen mellan telefonföretagen

Den tävlan, som från år 1883 vidtog mellan Allmänna och Bell, ledde till seger för Allmänna. Ökningen av Bellstationernas abonnentantal nedgick, trots viss nedsättning av avgifterna, och upphörde med år 1887 för att sedan under flera år förbytas i minskning. Detta förhållande gav anledning till förhandlingar mellan telegrafverket och Bellbolaget om försäljning av bolagets telefonanläggningar i Stockholm och Göteborg. Telegrafverket inköpte år 1888 Göteborgsnätet, men beträffande anläggningarna i Stockholm förföll frågan. I stället inköpte Cedergren samma år aktiemajoriteten i Bellbolaget, vilket tre år senare helt uppgick i Allmänna bolaget.

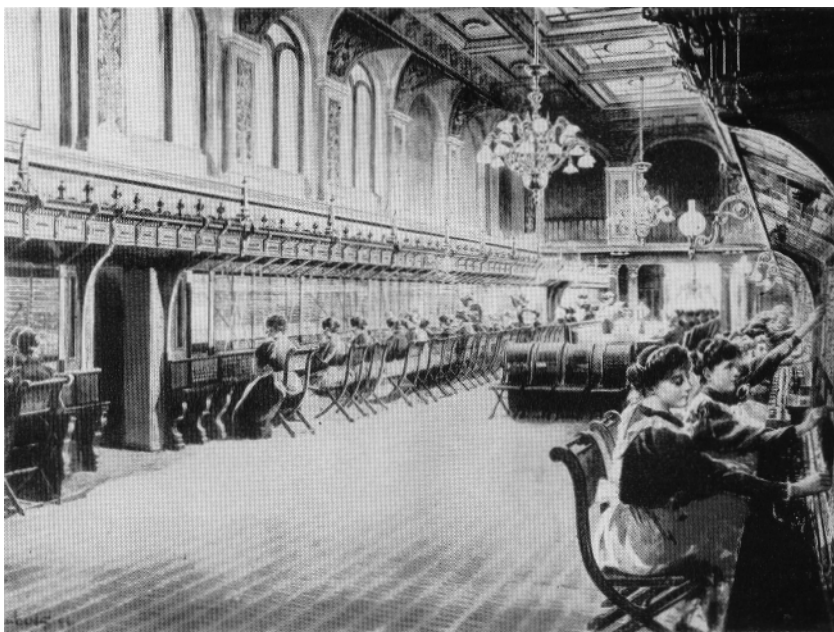


Fig. 11 Allmännas telefonstation vid Malmkillnadsgatan år 1887

Allmänna hade i Cedergren en ledare med både initiativ och handlingskraft, och Telegrafstyrelsen fick allt större anledning överväga frågan om det skulle bli staten eller enskilda företag, som i framtiden skulle komma att förse landet med telefoner och ordna förbindelserna mellan olika orter och landsdelar. Från början hade - såsom ovan relaterats - telegrafverket ställt sig avvaktande. Man sökte dock mer och mer begränsa och reglera den privata verksamheten, i viss mån genom att anlägga telefonledningar och egna nät, men i större omfattning genom förordningar och administrativa åtgärder.

År 1883 utfärdade Kungl. Maj :t en kungörelse om förbud för bolag eller enskilda att utan Konungens tillstånd upprätta bl. a. telefonförbindelse å kronans mark eller inom området för allmän väg eller järnväg. Av styrelsen påkallade skärpningar och förtydliganden av denna förordning vunno ej riksdagens bifall, ej heller godkändes en år 1888 framlagd Kungl. proposition om telefonskatt, ehuru redan då i riksdagen uttalats farhågor för att Allmänna bolaget skulle få ett allt för dominerande inflytande.

Vid denna tid hade bolaget, som då i telefonhänseende behärskade Stockholm och dess omgivningar, anordnat förbindelser med flera landsortsstäder, såsom bl. a. Södertälje, Nyköping, Enköping, Uppsala, Norrtälje och Västerås. Cedergren hade även i februari 1888 anhållit om tillstånd att med anlitan av vägområdena få bygga telefonledningar från Stockholm till Örebro, Göteborg, Malmö och Sundsvall. Detta blev för staten den avgörande impulsen, som skulle komma Telegrafstyrelsen att övergå till en mera positiv form av konkurrens. Cedergrens anhållan avslogs, men Telegrafstyrelsen förklarade sig beredd att själv anlägga såväl nu ifrågasatta som senare behövliga långledningar, och Kungl. Maj:t beviljade erforderliga medel till byggande av förbindelsen Stockholm-Göteborg. Arbetet härmed påbörjades på hösten 1888 och var fullbordat året därpå. Redan i slutet av år 1888 inlämnade också Telegrafstyrelsen till regeringen en plan för ett rikstelefonnät, tillsammans omfattande över 2 700 km interurbanledningar. Icke nog härmed. I juli 1889 inbjöd Telegrafstyrelsen de personer, som önskade begagna sig av möjligheten till långlinjesamtal, att teckna abonnemang vid verkets stationer, och redan samma år var en ny rikstelefonstation i Stockholm färdig. Förbindelse Stockholm-Malmö öppnades år 1890.

I början av samma år fick telegrafverket en ny generaldirektör, en ingenjör och organisatör av ovanliga mått, *Erik Storckenfeldt*.

Vid denna tid hade Rikstelefon ca 5 000 apparater, Allmänna och Bell tillsammans ca 7 000 och övriga enskilda nät något mer än 8 000 apparater. Storckenfeldts första åtgärder inriktade sig på tekniska förbättringar och rationalisering av telefonexpeditionen. Modernare apparater och växlar infördes, fortfarande av L M Ericssons fabrikat, enhetliga metoder för samtalsutväxlingen utarbetades. Under 1890-talets första år byggdes även ett stort antal nya riksledningar och från Allmänna bolaget inköptes dess ledningar till Västerås och Nyköping samt den året förut byggda ledningen till Norrköping.

Efter förhandlingar träffades år 1891 med Allmänna bolaget den för den vidare utvecklingen betydelsefulla uppgörelsen, att Allmännas verksamhetsområde skulle begränsas av en cirkellinje med 70 kms radie och med Stockholms stortorg som medelpunkt. Detta innebar, att Allmänna fick sitt område inskränkt, men också att det där kunde koncentrera sitt arbete, vilket bolaget även med framgång gjorde. Telegrafverket, som behöll sitt nät i Stockholm, hade vad landet i övrigt beträffar befriat sig från sin energiske konkurrent och började nu inköpa allt fler av de enskilda provins- och lokalnäten. På vissa håll möttes dessa ansträngningar av starkt motstånd och därför började verket år 1893 bygga egna anläggningar i direkt konkurrens med lokalnäten.

Under denna tid blev också frågan om samtrafik mellan statens och enskilda nät, vilken givetvis för allmänheten var av stort intresse, allt mera aktuell. I Stockholm hade samtrafik med Bellbolaget ordnats redan då telegrafverkets första växel år 1881 togs i bruk och år 1884 även med Allmänna. När telegrafverket blivit ensam ägare av långlinjerna, kom samtrafikfrågan i nytt läge. Verket ville förklarligt nog icke bereda abonnenter i enskilda nät lika billig tillgång till långlinjerna som riksabonenterna, och Allmänna bolaget ville icke heller utan vidare låta det relativa fåtalet riksabonnenter i Stockholm få förmånen av fri tillgång till bolagets avsevärt större abonnentstock, helst som årsavgifterna voro lägre för Riks än för Allmänna. Frågan var också beroende av huruvida abonnentledningarna voro dubbeltrådiga eller icke. En överenskommelse, vari fastställdes att samtrafiksavgifter, olika för lokal- och långsamtal, skulle debiteras abonnenterna, träffades i juli 1890, och samtrafik ägde sedan rum till den 1 juni 1903.

Det skulle här föra allt för långt att närmare behandla konkurrensen mellan telegrafverket och de enskilda telefonföretagen, vilken särskilt i vad som rör striden Riks-Allmänna i Stockholm bjuder på intressanta poänger och av pressen och allmänheten följdes med stort och lättförklarligt intresse. De medel, som båda parterna använde, voro sänkta taxor och andra mera tillfälliga förmåner men också tekniska förbättringar, allt för att inbjuda till nyteckning av abonnemang.

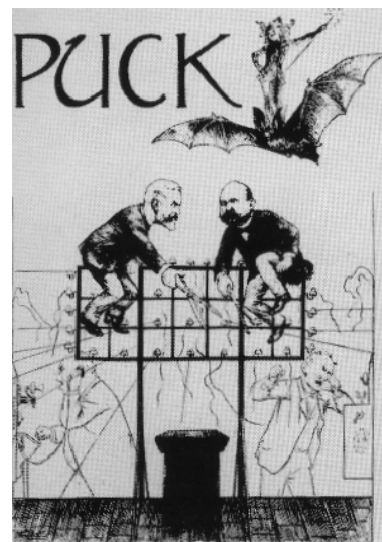


Fig 12 Generaldirektör Sahlin och direktör Cedergren bryta samtrafiken
Skämtteckning ur »Puck» 1903

Telefonens förstatligande

För allmänheten inom 70-kms området innebar konkurrensen visserligen en fördel, men den var högst besvärande för nätens ägare, och som en naturlig konsekvens härav framkom tanken på en sammanslagning genom statsinköp av Allmänna bolagets anläggningar. Vid slutet av år 1901 förelåg det första av telegrafstyrelsen och bolaget preliminärt godkända köpeavtalet. Sedan tillkallade utländska sakkunniga tillstyrkt uppgörelsen, avlämnade Kungl. Maj:t proposition härpå till 1902 års riksdag, vilken emellertid avslog densamma.

Storckenfeldt hade mer framgång i sina åtgärder för att i statens ägo överföra näten ute i landet. Där hade såväl telefonföreningarna som enskilda bolag anordnat lokala nät, vilkas apparatantal år 1890 översteg rikstelefonens. Telefonföreningarna voro ett slags kooperativa företag med mycket billig administration. Lokalerna voro så enkla som möjligt och betjäningen, som ofta hade växlingsarbetet som bisyssla, lågt avlönad. De årliga avgifterna voro därför mycket litet kännbara, men underhållet, som beträffande stationerna utfördes av någon på platsen bosatt självlärd person och beträffande ledningarna av abonnenterna själva, oftast otillfredsställande. För att öka värdet av telefonen hade föreningarna börjat bilda telefonförbund och bygga förbindelser mellan de lokala näten.

Såväl abonnentledningarna som mellanortsförbindelserna voro enkeltrådiga. Samtalskvaliteten, på vilken man ställde blygsamma fordringar, blev på de längre ledningarna allt för dålig, och då årsavgifterna icke medgävo förnyelse eller förbättringar, började situationen bli besvärande för dem, som fordrade säkrare och snabbare samtalsmöjligheter. Telegrafverket, som börjat bygga goda riksledningar, hade att erbjuda mycket bättre kvalitet, amen kunde, trots att årsavgifterna vanligen nedsattes till 50 kronor, icke utöva någon direkt priskonkurrens. Storckenfeldt inledde emellertid underhandlingar. Redan förut hade enstaka inköp skett, men genombrottet skedde år 1891. Bland de nät, som då förvärvades, kunna nämnas det Haglindska provinsnätet i Östergötland, Norrköpings och Sundsvalls stadsnät, samt flera nät anslutna till Örebro telefonförbund. Dessa inköp omfattade tillsammans 2000 apparater. Året därefter förvärvades nätet i Gävle stad med kringliggande landsbygd, och köpen fortgingo. Allmänna telefonföreningens nät i Göteborg, där telegrafverket sedan år 1888 ägt Bellbolagets f. d. nät, övertogs år 1896. Redan år 1894 hade riksnätet flera anslutna apparater än de enskilda bolagen tillsammans. Bortser man från Stockholms 70-kms område, innehade telegrafverket år 1889 endast 28 % av landets apparatantal. Denna siffra var vid Storckenfeldts bortgång år 1902 97 %. Ökningen visar med vilken energi och framgång denne märkesman genomförde den uppgift han ålagt sig.

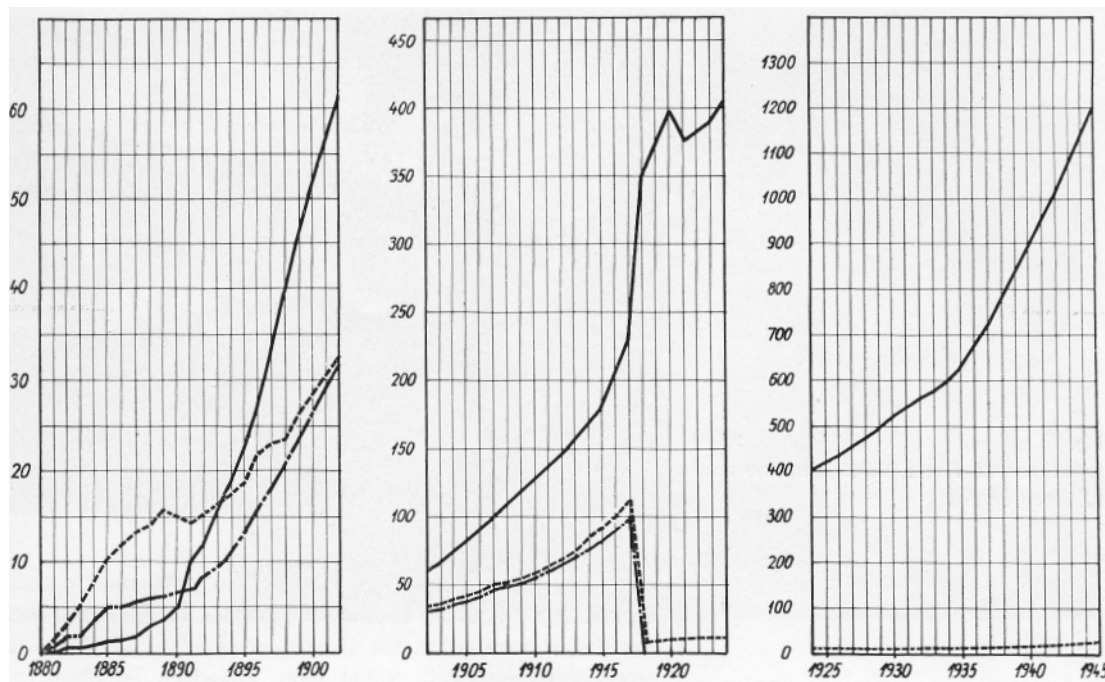


Fig. 13
Diagram visande antalet telefonapparater i Sverige åren 1880—1945

— i telegrafverkets nät
- - - i samtliga enskilda nät
- · - i stockholmsbolagens nät

Kurvorna i Fig. 13 ge ett mått på apparatantalet under de gångna åren i Sverige. Därav framgår att telegrafverket under åren 1902-1918 hade ungefär $\frac{2}{3}$ av apparaterna i hela landet inkl. Stockholmsnätet. Den resterande tredjedelen tillhörde i stort sett Allmänna - från år 1907 AB Stockholmstelefon (S.T.). De enskilda näten ute i landet voro då av obetydlig omfattning. Den ökning av dessa näts apparatantal, som är märkbar från år 1904, härrör av att däri ingår även statsbanornas och enskilda

järnvägars tjänsteapparater, vilka år 1944 utgjorde omkring $\frac{9}{10}$ av de enskilda nätens apparatbestånd. Både Riks och Allmänna (S.T.) hade hela tiden från år 1912 ökat sitt apparatantal, men proportionen 2 : 1 bibehölls nära oförändrad, vilket betyder att Stockholmstelefon inom 70 kms området hade den större framgången. Ett förslag, år 1904, att dela detta område så, att telegrafverket skulle övertaga Allmännas nät söder om Norrström och betala viss ersättning till bolaget, men detta skulle övertaga Rikstelefonens lokalnät norr om denna gräns, vann icke riksdagens bifall. Samma öde drabbade ett par år senare ett förslag om inköp av bolagets hela nät för ca 16,5 miljoner kronor. Först vid riksdagen år 1918 löstes frågan. Köpesumman var då ca 46,7 miljoner och AB Stockholmstelefon avträdde till telegrafverket den 1 juli samma år hela sin telefonanläggning inom Stockholm med 70 km-området.

Teknisk utveckling

Ovan har nämnts, att både Allmänna bolaget och Rikstelefon fortsatte att göra tekniska förbättringar. Vad beträffar telefonapparaterna, var Ericsson-apparaten med sin speciella mikrofonkonstruktion under många år en av de förnämsta. När sedan kolkornsmikrofonen blev känd övergick man till en dylik även i Sverige. De nyare apparaterna tillverkades av L M Ericsson och från och med år 1891, då telegrafverket startade egen verkstad, även av denna.

Ett betydande framsteg innebar sammanförandet av sändare och mottagare till en enhet, mikrotelefonen. För att göra arbetet bekvämare för sig, hade en man vid Allmänna bolaget funnit på att binda samman mikrofonen med en hörtelefon. Hans förmän togo upp iden och L M Ericsson arbetade ut den. Den första modellen samt flera övergångsformer finnas bevarade, så att man kan följa utvecklingen fram till de typer, som nu användas i Sverige. Även i utlandet användes nu allmänt handmikrotelefon.

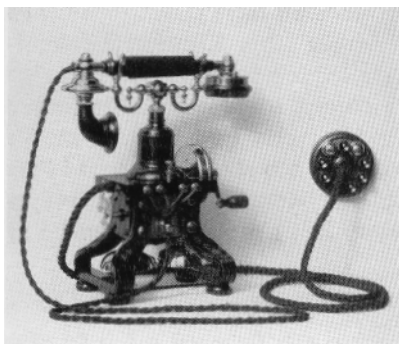


Fig. 14
L M Ericsson bordapparat med mikrotelefon, år 1895

Bland stationsutrustningarna kunna här endast några få utföranden omnämnas. Allmänna införde på sina större stationer bord med multiplar för stort antal abonnenter. Den på sin tid största multipeln var anordnad i demonstrationsväxeln på Stockholmsutställningen 1897 med 20 000 nummer. Sedermera inlade Allmänna på sina nyare stationer i Stockholm multiplar upp till 36 000 nummer, men bordens maximikapacitet var beräknad för ej mindre än 60 000. Bord med liknande multipelfält levererades också till Moskva och Warschawa. Man måste då spara på utrymmet i växelbordspanelerna, och 100 jackar upptogo därför en yta av endast 36 cm².

Ingenjör J. A. Avén vid telegrafverket konstruerade vid sekelskiftet för rikstelefonstationerna i Stockholm och Göteborg ett fördelningssystem, som innehar, att anropsklaffarna voro förlagda till speciella bord, där »stumma» telefonister med uppsättningssnören anslöto den påringande abonnenten till multipelbord, där en annan telefonist fullbordade kopplingen. Härigenom utnyttjades personalen bättre, och svarstiderna blevo kortare och framför allt jämnare. Signallampor i stället för

klaffar infördes av Allmänna redan år 1897. Lampsignaler kommo sedan till allmän användning, särskilt när man övergick till centralbatterisystemet, vilket efter utländska impulser utvecklades såväl av L M Ericsson som av telegrafverket.

LM Ericssons första CB.-station sattes i drift i Haag år 1903 och telegrafverkets första station av denna typ levererades av Ericsson år 1909. För mindre centraler och för växelstationer utarbetades under årens lopp nya förbättrade växeltyper av vilka många fortfarande äro i bruk.

Ett problem, som visade sig svårt att bemästra i de stora städerna, beredde den trafik, som måste förmedlas mellan de olika understationerna. Många lösningar provades och automatiskt val av ledig trunkledning och ledig telefonist infördes i Stockholm under tiden närmast efter 1918, då Rikstelefon övertagit enskilda nätets abonnenter och införde full samtrafik, innan de olika företagens nät och stationer hunnit sammanslås. Även sedermera beredde förmedlingstrafiken, som fordrade minst två telefonister för att fullborda kopplingen, svårigheter och kostnader, vilka försvunno först med hela Stockholmsnätets automatisering.

Automatisering

Tanken att helt ersätta den manuella expeditionen med automatisk och därigenom undgå telefonistkostnaderna hade redan tidigt uppstått. Rent principiellt är problemet enkelt och består i att ersätta den manuella telefonväxeln med kopplingsapparater, de s. k. väljarna, som inställas genom fjärmanövrering, vilken som bekant utföres med tillhjälp av en fingerskiva. Den först kända iden till en automatisk telefonväxel patentsöktes i Amerika år 1879. Den första automatiska telefonväxeln, vilken hade 100 nummers kapacitet, installerades år 1892 i La Porte, Indiana. Dess väljare voro av en typ, som efter sin uppfinnare benämns Strowgerväljare. Strowgersystemet utvecklades vidare i Amerika med stor framgång och den första stationen för 10 000 abonnenter togs i bruk år 1903 i Chicago. Så småningom började automatiska stationer mer allmänt byggas även i Europa, där bland annat Tyskland fick sin första provstation år 1908.



Fig. 15 L M Ericssons första CB-station, levererad till Haag år 1903

I Sverige hade, som tidigare berörts, Cedergren och Ericsson redan år 1882 konstruerat små automatiska växlar, vilkas väljare manövrerades över en ledning av en telefonist på den manuella centralen. Under senare delen av 1890-talet konstruerade G. A. Betulander små helt automatiska växlar, och några stationer utrustades med sådana. Dessa svenska ansatser fingo emellertid endast karaktären av försök. Efter år 1910 började telegrafverket på allvar studera problemet. En provanläggning med rotaryväljare inköptes från Amerika och uppmonterades i Landskrona år 1915. Kriget hindrade sedan förhandlingarna med utlandet, och L M Ericsson, som redan år 1913 börjat sina experiment, hade år 1918 en provstation färdig. Det Hultman-Ericssonska maskindrivna systemet med 500-väljare var klart för leverans ett par år senare, och då detta visade sig förmånligare än de utländska systemen, beslöt Telegrafstyrelsen att det skulle införas i Stockholm och Göteborg. De första

stationerna av denna typ voro Rotterdam, Hamar och Kristiansund, vilka voro färdiga år 1923, samt Norra Vasa i Stockholm, som öppnades för trafik i januari 1924. LM Ericsson har utfört de flesta av telegrafverkets större stationer jämte ett stort antal utländska enligt detta system.

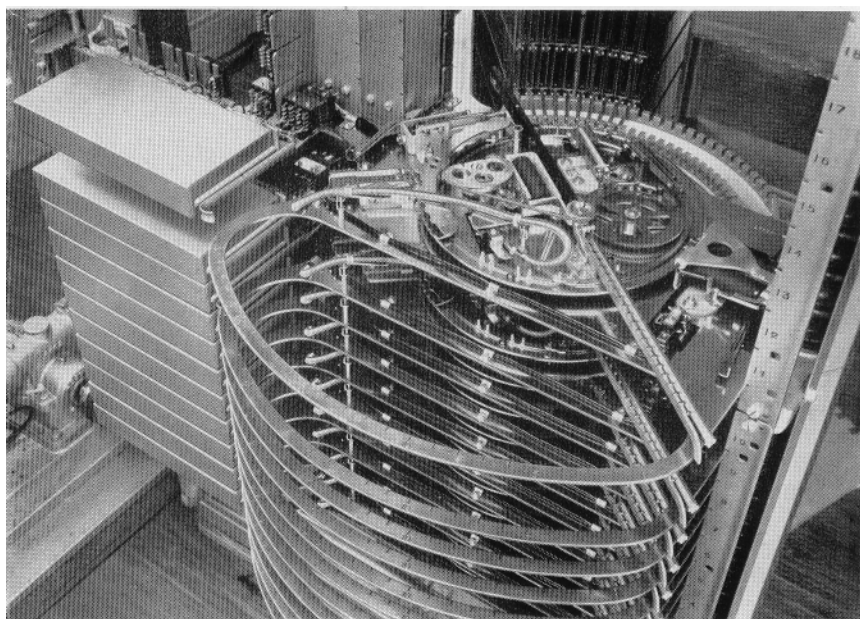


Fig. 16 Väljare i Hultman-Ericssons automatiska "telefonsystem med 500-väljare

Omkring år 1915 hade telegrafverket börjat intressera sig för en annan väljaretyp, den s. k. koordinatväljaren, som består av reläer med varandra korsande ankaren. Anläggningar med dessa väljare utformades av Betulander, H. Olson m. fl. och tillverkades vid telegrafverkets verkstad. Den första stationen av denna typ öppnades i Sundsvall år 1926. Även Malmöstationen och några andra centralstationer äro utrustade med koordinatväljare, vilka dock fått sin största användning för små stationer. Även L M Ericsson har tagit upp tillverkning av koordinatväljare enligt ett, i samarbete med telegrafverket utformat, förbättrat utförande, till vilket även telegrafverket kommer att övergå. Företaget har dessutom utvecklat en mindre och för små stationer lämpad modifikation av 500-väljaren, som fått namnet XY-väljare och liksom strowgerväljaren är direkt driven. Denna var färdig för leverans 1938. XY-väljaren användes särskilt för lokaltelefonanläggningar.

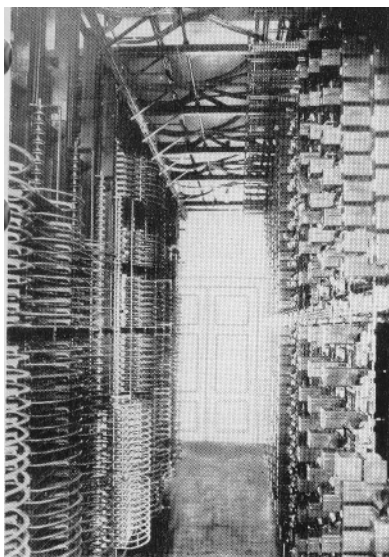


Fig. 17 L M Ericssons automatstation i Hamar, Norge levererad år 1923

Automatiseringen i Sverige efter år 1920 började med de stora centralstationerna, emedan den ekonomiska vinsten där blir förhållandevis stor. Under det senaste decenniet har man dock parallellt med storstationerna även automatiserat medelstora centraler och en mängd växelstationer. Medan år 1934 blott 12 stationer voro utrustade med automatväxlar, voro år 1945 över 1000 stationer, däribland ett 30-tal centralstationer, automatiserade. Antalet till automatstationer anslutna apparater är ca 650 000, motsvarande omkring 56 % av landets apparatbestånd. Mer än ½ miljon av dessa apparater äro anslutna till L M Ericssonväxlar.

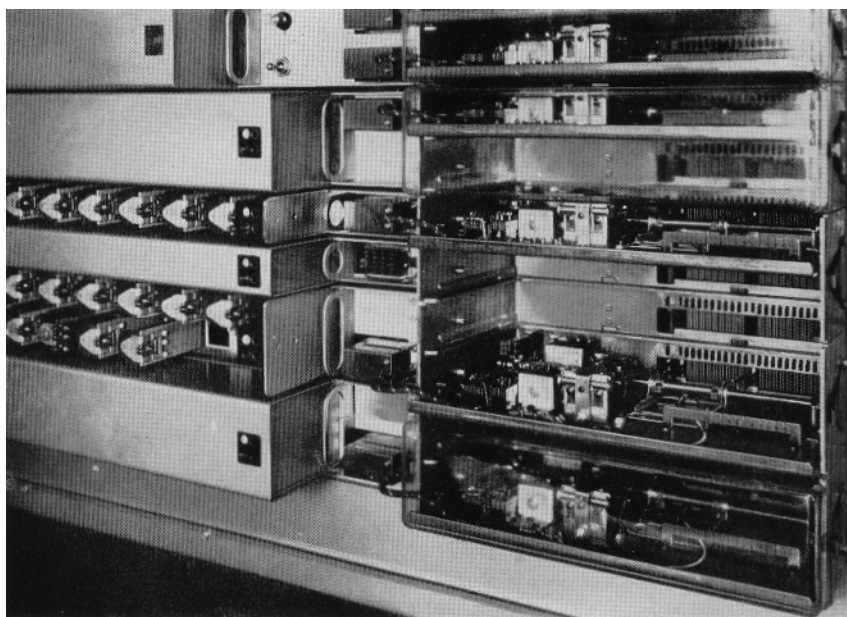


Fig. 18 Detalj av stativ med L M Ericssons XYväljare

Ledningar

Blankledning

De första längre telegrafförbindelserna byggdes såsom blanka luftledningar på stolpar eller takfästen. Isolatorerna voro gjorda av guttaperka, vilket material i luften och i synnerhet vid solljus torkade och blev sprött. Efter försök med olika materiel har man stannat vid äkta porslin. Isolatorerna utföras numera med kupor, i regel två, för att öka isolationsmotståndet.

Man blir ganska förvånad när man erfar, att de stolpar som under 1850-talet uppsattes i Sverige icke hade högre livslängd än 5, ibland endast 2 å 3 år. Tydligen berodde detta på att de voro avverkade på försommaren. Sedan man börjat impregnera stolparna, lyckades man till sist med användande av kreosotolja komma upp till omkring 30-årig varaktighet. På senare tid har man även nått gynnsamma resultat med arsenikpreparat, men långtidssiffror saknas tills vidare.

Telegrafledningarna i Sverige byggdes ända till början av 1890-talet uteslutande av järntråd med 4-5 mm diameter. De första telefonledningarna utfördes på samma sätt som telegrafledningarna, men oftast med klenare tråd. Inom större nät kom 1 mm bronstråd till användning. För längre telefonförbindelser måste man snart nog övergå till koppartråd. Sålunda byggde Allmänna bolaget redan år 1885 en kopparledning mellan Stockholm och Enköping.

Man fann också, att ljudöverföringens kvalitet högst avsevärt förstördes av från jordledningen inkommet brus och av överhörning från närliggande enkelledningar, och att därför åtminstone de långa ledningarna måste göras dubbeltrådiga. Telegrafverkets tvenne år 1883 upplagda järnledningar mellan Malmö och Lund voro de första dubbelledningarna i landet. Året därpå förbättrades dessa genom s. k. korskoppling, som motverkade överkörningen. Den i detta avseende bättre metoden med skruvning av trådarna infördes år 1889 vid uppläggning av kopparledningarna Stockholm-Göteborg.

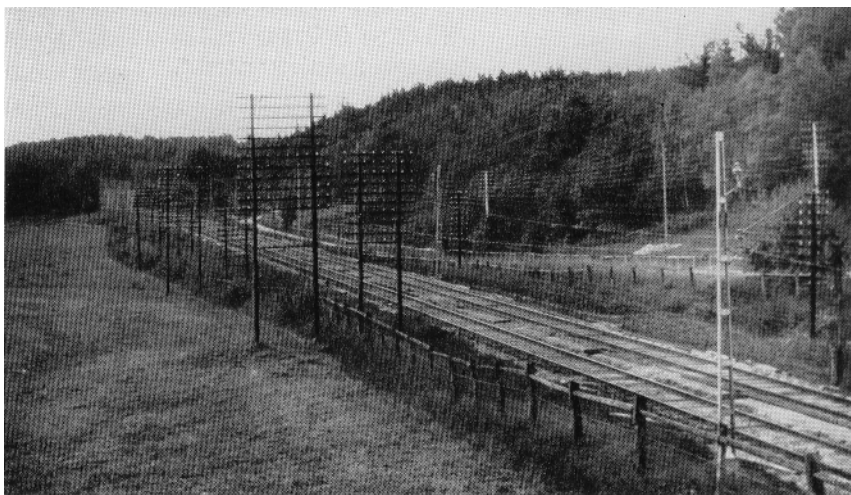


Fig. 19 Stolplinjer uteslutande järntråd
Stockholm-Södertälje år 1924
uppbärande ca 280 trådar

Vid denna tid voro ännu alla lokala nät i landet enkeltrådiga. Nu ha vi svårt att förstå, hur man inom stora städer kunde reda sig med den låga kvalitet, som dessa enkelnät kunde erbjuda. Dock måste man betänka, att det då icke fanns några störande starkströmsledningar, och att allmänhetens pretentioner nu äro helt andra än förr. Emellertid voro mot slutet av 1880-talet de ledande telefonföretagen på det klara med att enkelnätens fördubbling skulle bli nödvändig. Det sista lokalnätet, som telegrafverket utförde med enkelledningar, byggdes år 1889. Efter år 1892 mottog telegrafverket ej vid sina stationer några nya enkeltrådsabonnenter, om också de redan befintliga ännu en tid bibehöllas. Även Allmänna bolaget hade år 1889 tagit upp frågan om fördubbling av ledningarna, men detta arbete blev beroende av tillstånd från Stockholms stad att använda gatumark för underjordsledningar. Fördubblingsarbetet påbörjades emellertid år 1891 och var i huvudsak färdigt år 1893.

De enskilda näten ute i landet bibehöllas enkeltrådiga och fördubblades först senare i den mån de övergingo i telegrafverkets ägo.

Sedan år 1891 Allmänna bolagets verksamhetsområde inskränkts till 70 km-räjongen, kom den fortsatta utvidgningen av långlinjenätet att påverka telegrafverket. Verket fortsatte att bygga såväl koppar- som järnledningar i rask takt, och vid sekelskiftet hade alla betydande orter i Sverige samtalsmöjlighet med varandra, dock med det undantaget, att övre Norrland icke alls kunde utväxla samtal med södra Sverige och blott med svårighet kunde nå stationer söder om Sundsvall. Under 1890-talets sista år hade ledningar av 4,5 mm koppartråd byggts från Stockholm till Göteborg och till Malmö. Sådana förbindelser anlades under åren 1901-02 från Stockholm även till Sundsvall och Östersund samt till Luleå. Sedan dessutom vid samma tid ca 6 000 km 3 mm kopparledningar upplagts inom landet, icke minst i Norrland, ansågs tillfredsställande interurbantrafik inom hela riket därmed vara möjliggjord. Utvecklingen av riksnätet fortsatte efter samma riktlinjer under de följande 20 åren.

Lokalkablar

För utformningen av lokalnäten efter år 1890 hade däremot den nya kabeltekniken medfört stora förändringar. För en del

telegrafledningar hade man vid mitten av 1800-talet använt guttaperkakablar även som jordkabel. Guttaperkan var icke lämplig, varför man övergick till kautschuk som isolationsmateriel. När det blev fråga om det stora antalet trådar inom telefonnäten, blevo dessa kablar bl. a. på grund av den höga kostnaden ej lämpliga att använda. Redan tidigt hade såväl Allmänna bolaget som telegrafverket undersökt möjligheten att använda telefonkablar. Blymantlade kablar, som började tillverkas vid 1880-talets slut, visade sig bäst. Först voro kabelledarna i dessa isolerade med bomullsgarn, men man övergick ganska snart till papper som isolationsmateriel.

De förändringar lokalkablarna därefter undergått ha väsentligen bestått i åtgärder, varigenom man utan att försämra kabelns elektriska egenskaper, lyckats få in allt större antal ledare inom samma kabelsektion. De första blykablarna levererades till Sverige år 1889 från Tyskland och England. Dessa länder blevo huvudleverantörer ända till år 1910, då Sieverts kabelverk börjat tillverka telefonblykablar. År 1890 hade telegrafverket lyckats få tillstånd av Stockholms stad att på vissa sträckor nedlägga jordkablar, men av staden senare uppställda villkor ansågos oantagliga, varför nedläggningen av kabelblock avbröts, och nätet en tid framåt måste utvidgas med luftkablar. Samma tvekan inför stadens villkor hystes av Allmänna bolaget, vars första kabelnät därför förlades i luften. Sedan såväl från Stockholm som från andra städer antagliga villkor kunnat erhållas, ha i samtliga städer och större sammanhållen jordkabelnät utbyggts.

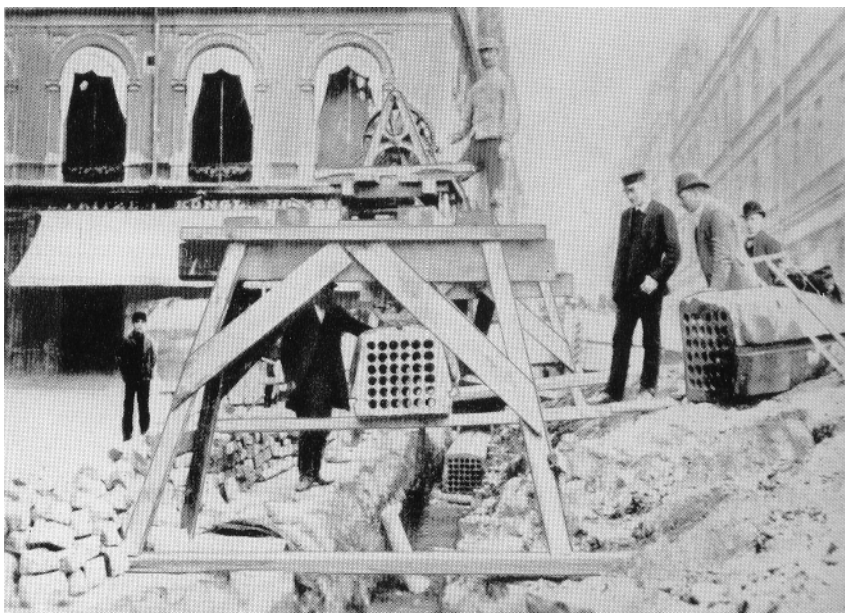


Fig. 20 Nedläggning av kabelblock i Stockholm omkring år 1890

Den i Sverige allmänt använda metoden för kanalisation utarbetades av dåvarande telefoninspektören *Axel Hultman* efter en studieresa till Amerika år 1890. Hultman tillämpade emellertid icke de amerikanska metoderna, utan gjorde en egen konstruktion, cementblock med pipor för olika antal kablar. Antalet kabelpipor i sådana block ha sedan varierat mellan 2 och 48. Allmänna har använt block med ända till 87 pipor.

Innan telefonkablers användning för långdistansledningar beröres, bör erinras om några metoder att möjliggöra god ljudöverföring och på samma gång kunna begränsa ledningsantalet och ledaredimensionerna.

Starkströmsmikrofonen

Först må Egnér-Holmströms starkströmsmikrofon omnämnas. Konstruktionen avsåg att öka den utgående talströmmens amplitud, genom att göra strömmen i mikrofonkretsen och därmed också strömvariationerna starkare än den vanliga mikrofonen kunde prestera. I försöksutförande uppnåddes en utgående talström ca 30 gånger större än den normala, men av praktiska skäl stannade man vid en tiofaldig ökning. L M Ericsson upptog tillverkningen och något hundratal apparater uppsattes i början av 1900-talet. Tvenne omständigheter kommo att begränsa apparatens användning. Talets dämpning ökas som bekant i geometrisk progression med ledningslängden. Kunde man med vanlig mikrofon samtala över en sträcka av t. ex. 3 000 km, så kom man således med den tiodubbelt starkare starkströmsmikrofonen ej längre än till omkring 5 000 km. Dessutom medförde den starka strömmen kraftig överhörning till andra ledningar. När konstruktörerna därför provade en särskilt hopkopplad förbindelse mellan Stockholm och Paris om 2 270 km längd, blev ljudöverföringen i Tyskland, där ledningarna ej voro skruvade, så stark att systemet icke där kunde tillåtas. Sedan man med tillhjälp av telefonöverdrag börjat förstärka talströmmarna på ledningens mellanstationer har starkströmsmikrofonen mist sitt berättigande.

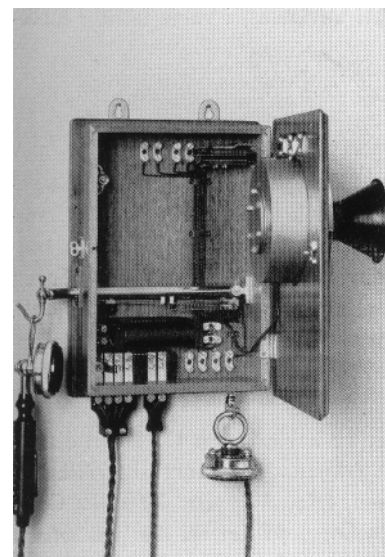


Fig. 21 Egnér-Holmströms starkströmsmikrofon

Fantomisering

För att på två ledningspar kunna framföra tre samtidiga samtal användes den s. k. fantomiseringen. Fantomledningen bildas på samma sätt som sker vid de tidigare omnämnda telegraftransformeringarna, genom att tvenne sådana hopkopplas till en dubbelledning. De två metalliska stamledningarna måste därvid antingen vara skruvade eller korskopplade, så att såväl paren som de två trådarna i samma par efter visst schema växla plats med varandra. Fantomledningar började användas i Sverige vid slutet av 1890-talet. År 1944 hade telegrafverket i sitt riks- och landsnät ca 264 000 km blanka dubbelledningar. Av dessa hade då utvunnits ca 86 500 km fantomledningar, motsvarande en ökning av förbindelserna med ca 33 %.

Pupinisering

En tredje metod är pupiniseringen. Sedan under slutet av 1800-talet *Heaviside* matematiskt behandlat de elektriska förloppen vid växelströmmens fortplantning över ledningar, utarbetades metoder för att motverka talljudets försvagning i längre ledningar av flera forskare, bland vilka märkas *Pupin*, *Breisig* och *Pleijel*. Den förstnämnda har givit namnet åt den metod, pupinisering, som under 1900-talet blivit använd i alla telefonländer. Metoden innebär, att man genom inkoppling i ledningen av självinduktionsspolar motverkar den dämpande inverkan, som kapaciteten mellan de två trådarna i ledningen har på talet. Den första pupiniseringen i Sverige utfördes år 1911 på en kopparledning Örebro-Sundsvall enligt anvisningar av *Pleijel*. Även järnledningar kommo ifråga, och pupiniseringen av blanka ledningar fortgick så snabbt att efter 10 år ca 21 000 km riks- och landsledningar voro försedda med pupinspolar, varigenom avsevärda besparingar av ledningsmateriel ernåddes. Den i ledningarna punktvis införda induktiva belastningen medförde dock svårigheter, då man började använda telefonöverdrag. Likaså hade inträffande avledning på ledningarna en för den pupiniserade talförbindelsen menlig inverkan. Med telefonöverdragets införande i början av 1920-talet uppnåddes också nyssnämnda maximum 21 000 km blanka pupiniserade ledningar, och sedan rikskabelnätet började utvecklas avpupiniserades - eller nedtogos - så många ledningar, att siffran år 1931 sjunkit till ca 2 000. År 1941 urkopplades den sista pupinspolen från det blanka nätet.

Emellertid hade pupiniseringen av kabelledningar då fått allt större betydelse. Redan år 1910 började både telegrafverket och Stockholmstelefon pupinisera kablar mellan Stockholm och dess förorter. Telegrafverket pupiniserade utom landskablar också inledningskablar för längre ledningar till de viktigare riksstationerna. Bortses från rikskablarna, kan man med säkerhet räkna med att pupinisering alltmera och alltjämt kommer att användas, i varje fall för landskablar av större längd.



Fig. 22 Pupinbox av L M Ericssons tillverkning

Långdistanstelefon

Förstärkarröret öppnade ej blott för radiotekniken utan även för långdistanstelefonien ett nytt skede. Amerikanen *de Forest* och österrikaren *Lieben* framställde de första förstärkarerören och amerikanen *Langmuir* fulländade konstruktionen. Edison var den första, som anvisade lämplig koppling för ett telefonöverdrag. Den nu allmänt brukade kopplingen angavs av *W. C. Richards*, även han amerikan. Under världskriget 1914-18 fingo förstärkare stor användning.



Fig. 23 Rikskabeltrumma.

Telefonöverdragen möjliggjorde användandet av kablar även för långa distanser. I Sverige började man år 1918 utreda frågan om ett svenskt rikskabelnät och år 1920 beställde Telegrafstyrelsen från Western Electric Co. i U. S. A. en kabelanläggning Stockholm-Göteborg, på sin tid den modernaste i Europa. Western Electric levererade kabel, pupinboxar och överdragsutrustning samt utövade teknisk kontroll över anläggningen genom sina ingenjörer. Arbetet, som i övrigt utfördes av svensk personal, påbörjades på våren 1921 och var fullbordat under hösten 1923. När telegrafverket året därpå fortsatte med en kabel Stockholm-Norrköping hade överdragsstationsutrustningen omkonstruerats efter svenska förebilder och endast själva överdragen importerades. Kabeln levererades nu till största delen av Sieverts kabelverk, som skaffat sig licens från Western Electric, men pupinboxarna köptes fortfarande från sistnämnda firma.

Numera användas vid rikskabelanläggningarna i huvudsak endast svenska fabrikat. Kablarna tillverkas av Sieverts och L M Ericsson levererar såväl pupinboxar som överdrag.

Ledarna i kablarna äro skruvade enligt Dieselhorst-Martins system. Två trådar hopsnos till par med olika stigning, vilka sammanvridas till en fyrskruv. Härigenom uppnår man, sedan kapacitetsobalanserna vid skarvringen utjämnats, höga värden på överhörningsdämpningen mellan talkretsarna i kabeln. Kablarna innehålla dels 2-trådsförbindelser, där talet framföres på samma ledning i båda riktningarna, dels 4-trådsförbindelser, där för ett samtal fordras 2 talkretsar, en för vardera riktningen. Sedan 14 år tillbaka inläggas i kablarna även speciella ledningspar för rundradiodistribution. Pupiniseringen har under årens lopp förändrats i syfte att erhålla ledningar med högre gränshfrekvens. På sådana ledningar kan man överlagra bärfrekvenser inom bandet 3 000-6 000 p/s.

Bärfrekvenssystem

Bärfrekvenstelefonien fick sin första användning på blankledningarna, som ej ha någon motsvarighet till pupinledningarnas gränshfrekvens. Under åren 1921 -22 installerades ett tyskt tvåkanaligt bärfrekvenssystem på en ledning Stockholm-Malmö. Svenska Radiobolaget, som samtidigt utfört en anläggning utomlands, levererade år 1923 en sådan för Örebro-Sundsvall samt året därpå en för Stockholm-Umeå. Dessa system arbetade med höga periodtal. Det visade sig emellertid svårt att binda de höga frekvenserna vid de användna blankledningarna. Den ökning av dämpningen, som rimfrostbildning på trådarna medförde, bidrog också till att man övergick till enkanalsystem med högsta bärfrekvensen omkring 10 000 p/s. Sådana system medgiva utnyttjandet både av stam- och fantomledningar liksom även av flera ledningar upplagda på en och samma stolplinje. Anordningen har varit av stort värde, bl. a. genom att man i avvaktan på kablifiering kunnat undvika att bygga nya blanka ledningar. När sträckan därefter kablifierats flyttas bärfrekvensutrustningarna till andra platser, där liknande förhållanden råda. År 1921 började telegrafverket inköpa enkanalutrustningar från LM Ericsson, som utfört ett omfattande utvecklingsarbete inom området. Den svenska firman har från år 1936 varit ensam leverantör av sådana anläggningar, och antalet enkanalförbindelser utgör nu ca 115. Även bärvägsutrustningar för kabelledningar såväl en- som mångkanaliga levereras av L M Ericsson.

På 4-trådsledningarna överlagras allmänt ytterligare en förbindelse och sedermera har man infört mångkanalsystem på opupiniserade kabelledningar. Då sträckan Göteborg-Malmö år 1939 kablifierades, nedlades samtidigt såväl en pupinkabel som två opupiniserade parkablar, avsedda för bärfrekvens. Dessa tjänstgöra en för vardera talriktningen, och ett ledningspar utnyttjas nu för 12 kanaler, vilket antal kommer att ökas till 18. De två 19-parskablar Göteborg-Hälsingborg ge därefter möjlighet till inkoppling av ej mindre än 342 bärfrekvensförbindelser. Mellan Hälsingborg och Malmö är antalet kabelpar 14, vilket medger 252 dylika förbindelser.

Man har också börjat avpupinisera ledningar i tidigare nedlagda kablar. Så har skett bl. a. i 1923 års Stockholm-Göteborgskabel, där man anordnat 10 fyrskruvar för mångkanaldrift, varvid man vunnit 160 4-trådsförbindelser genom att avstå från 30 2-trådsledningar. På grund av den högre dämpningen i de opupiniserade kablar har man mellan de förutvarande överdragsstationerna anlagt nya små stationer med fjärrmanövrerade mellanöverdrag.

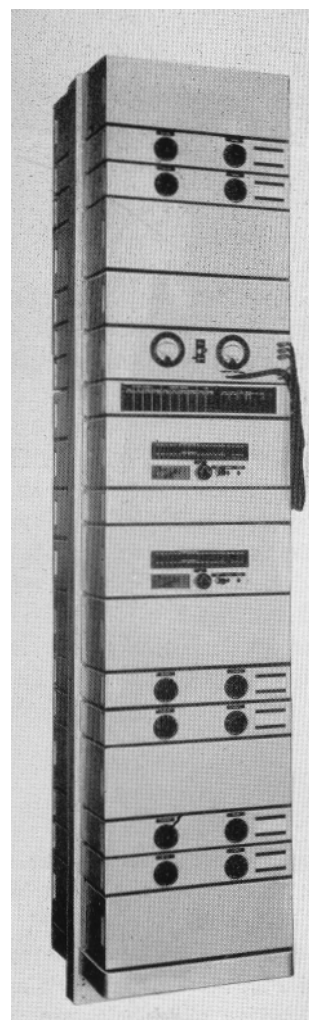


Fig. 24 Bärvägsutrustning
L M Ericssons enkanalsystem

Rikskabelnätet

Rikskabelnätet omfattade vid 1944 års utgång en sammanlagd kabellängd av 5 728 km, med en utsträckning från Ystad i söder till Boden i norr. Genom den under senaste åren starkt ökade rikstrafiken äro rikskablarna hårt belastade, varför många förslag till nya kablar nu vänta på utförande. Omfattningen av riks- och landsledningarnas kablfiering i Sverige framgår av nedanstående siffror, som avse årsskiftet 1944'45. I trafik voro då ca 865 000 km riksförbindelser, varav ca 520 000 km stamledningar, ca 230 000 km fantomledningar och ca 115 000 km bärfrekvensförbindelser. Av riksförbindelserna voro ca 700 000 km eller 81 % inlagda i kablar. Samtidigt hade telegrafverket ca 445 000 km landsförbindelser. Av dessa voro ca 194 000 km eller 44 % framdragna i kablar.

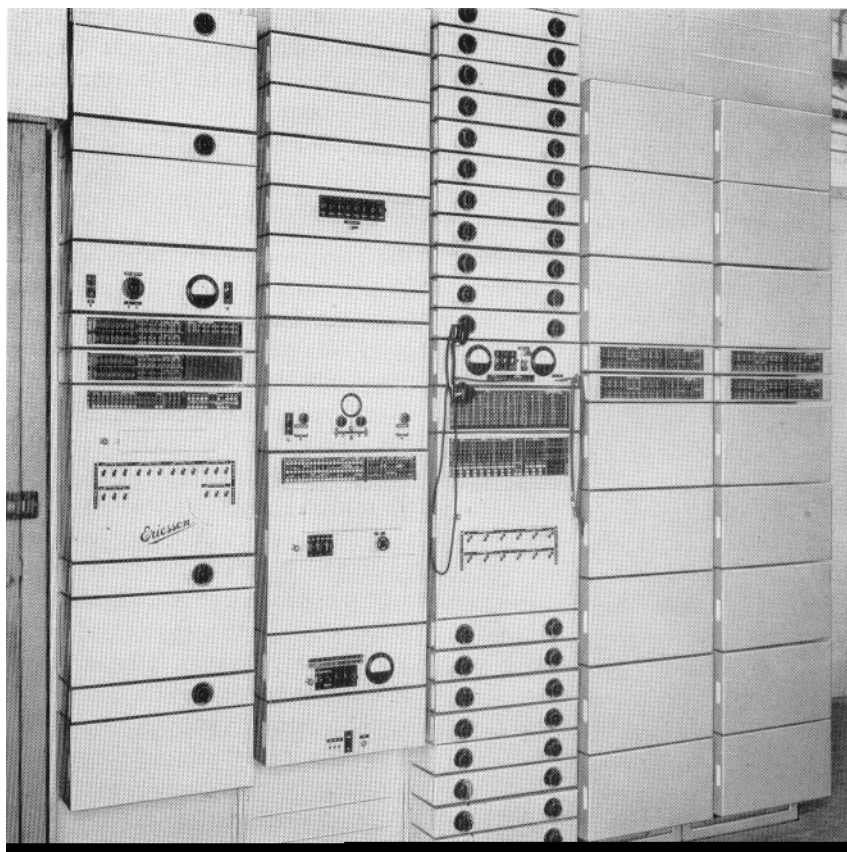


Fig. 25 Bärvägs utrustning
L M Ericssons mång-kanalsystem

Sveriges telefonförbindelser med utlandet

Beträffande Sveriges telefonförbindelser med utlandet må endast nämnas, att under åren 1891-92 byggdes en ledning Örebro-Karlstad-Oslo. År 1893 ordnades, med användande av trådar i en telegrafkabel, den första telefonförbindelsen mellan Malmö och Köpenhamn.

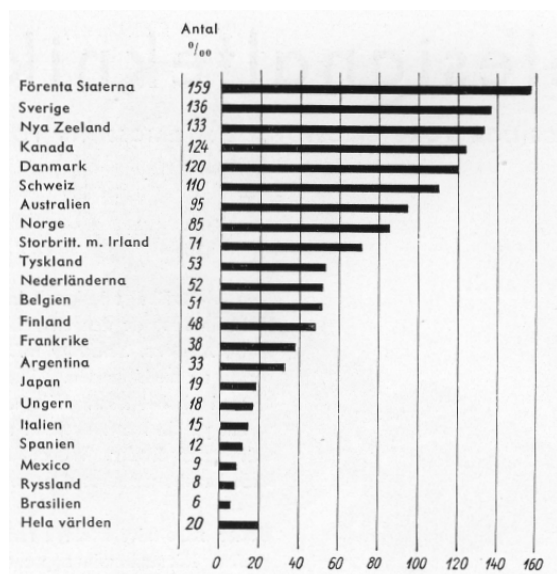


Fig. 26 Diagram visande antalet
telefoner per 1000 innevånare år 1940

Finland fick över Torneå förbindelse med Sverige år 1919, och den första telefonkabeln till Tyskland utlades år 1921. Under 1920- och 30-talen ha antalet utlandsförbindelser kraftigt utökats. Sverige erhöll då direkta ledningar till de viktigaste telefoncentra i Europa. Via dessa kunde man samtala med alla europeiska och många utomeuropeiska länder. Nya sjökablar ha utlagts till Danmark, Finland och Tyskland och jordkabelnätet har förbundits med Norge. Medräknas alla kabelreserver och dessutom de bärfrekvensförbindelser, som voro förutsedda, så hade Sverige år 1939 möjlighet till mer än 300 telefonförbindelser med utlandet.

Telefonens införande och den första utvecklingen i några länder har tidigare berörts. Det skulle föra allt för långt att här ge en bild av telefonväsendets senare framsteg i utlandet och för övrigt saknas uppgifter, som kunna ge en överblick av läget under de senaste åren. En jämförelse mellan telefontätheten i några länder visas emellertid i Fig. 26. Trots att telefonens spridning inom alla länder varit snabb, har Sverige väl hävdad sin plats. Även vi ha väl följt med det språng i utvecklingen, som åren efter första världskriget utvisat.

Nödvändigheten av snabba meddelanden har alltid framträtt starkast under orostider. Under krig ha intensiva forskningar och försök utan ringaste hänsyn till kostnaderna utförts, och sedan fred åter inträtt ha så småningom resultaten offentliggjorts. I början av 1920-talet inleddes sålunda en ny utvecklingsperiod inom radiotekniken och långdistanstelefonien. Efter senaste världskrigets slut ha vi att vänta ett nytt språng i utvecklingen, men hur detta kommer att gestalta sig, därom är nu ej lätt att sia. Att förutsägelser dessutom innebära vissa vådor, framgår av det referat ur en Bostontidning år 1867, varmed denna redogörelse må avslutas.

»En viss Josua Coppersmith i New York har anhållits. Han har försökt pungslå godtrogna människor genom att visa dem en anordning, som efter hans utsago skall vara i stånd att överföra den mänskliga stämman med tillhjälp av förbindelsetrådar, så att talet kan höras i ledningens andra ände. Apparaten kallar han 'telefon', vilket förmodligen skall vara ett plagiat av telegraf. Kunnigt folk vet att det är omöjligt att överföra mänskligt tal genom trådleddningar, och även om det en gång skulle bliva möjligt, kommer en sådan anordning icke att få det ringaste praktiska värde.»

Källa: Ericsson Review nr 2 1946