Fig. 1. TT Sea Sovereign anländer till en japansk hamn efter sin första resa från Persiska viken. Under resan företogs omfattande prov med fartygstelex.

Telex till sjöss

Olof Lundberg och Alf Persson

UDK 621.394.3: 621.396.932

Det finns ett konstaterat och ofta uttalat behov av ökat informationsutbyte mellan fartyg och deras basorganisationer, rederi, mäklare, befraktare etc. Företagna prov – nu senast med TT Sea Sovereign på dess jungfruresa till Persiska viken och Japan — har visat att fartyg med gott resultat kan anslutas till telexnätet i hemlandet. Denna artikel inventerar behovet av marin telex, diskuterar radioförbindelsernas kvalitet och olika system för felkorrigering och redogör för ett system för automatisk uppkoppling av fartygstelex. Artikeln avslutas med några synpunkter på vilka problem en ny internationell teletjänst — fartygstelex — kan möta.

I juli 1970 beslöt televerkets direktion att Sverige som första land skall införa denna nya tjänst, som man beräknar kunna tillhandahålla vid årsskiftet 1971–1972.

Kommunikation mellan fartyg och land sker i dag på i stort sett samma sätt som i radions barndom. Metoderna har kanske förfinats något sedan gnistsändarens dagar. Man har fått AM- och SSB-telefoni och VHF för kusttelefoni, men i grunden bygger man fortfarande på morsetelegrafering.

Morsetelegrafering är en långsam och omständlig överföringsmetod med stor felfrekvens, och telefoni är också en ganska ineffektiv kommunikationsform, som inte blir bättre av ett ackompanjemang av interferenstoner, knaster och brus. Större mängder information måste ofta sparas till nästa hamnbesök där post eller mäklarens telex utnyttjas. Utvecklingen mot stora komplicerade fartyg, snabba lastnings- och lossningsmetoder och minskad personal ombord bidrar till att öka behovet av kommunikation till sjöss. Televerket har ett avsevärt ansvar för vidareutveckling och framåtskridande inom telekommunikationsområdet, och denna insikt ledde till att viss försöksverksamhet igångsattes för att undersöka möjligheterna att utöka fartygsradion med någon form av maskinell informationsöverföring.

Världsbehovet av kommunikation ökar konstant och trängseln i etern blir värre år från år. Det frekvensområde på kortvågsbandet man är hänvisad till rymmer endast ett visst antal kanaler, och när dessa är fullt utnyttjade måste man söka sig andra utvägar. Ett sätt är att gå till ett högre frekvensspektrum och ett annat är att effektivisera de existerande trafikformerna.

Det ligger nära till hands att visa hur man med hjälp av ett system av kommunikationssatelliter skulle kunna åstadkomma en utomordentligt god kommunikation mellan fartyg och land. Med tre satelliter i geostationära banor kan fullständig täckning av jordytan erhållas. Information till och från fartyg skulle kunna dirigeras via ett fåtal fasta jordstationer, men stora problem torde det stora antalet rörliga jordstationer ge upphov till. Ett allmänt utnyttjande av ett dylikt system kräver ett avancerat multi-accessystem som måste accepteras internationellt, frekvensband måste tilldelas etc. Man får inte heller försumma de politiska problem som satellitkommunikation medför.

Innan man är framme vid en godtagbar lösning

återstår mycket utvecklingsarbete och internationell standardisering. Kostnaden för jordstationer, satelliter och fartygsterminaler torde bli mycket hög. Landabonnenten är fortfarande hänvisad till det konventionella telenätet. On-line-kommunikation kommer knappast att kunna realiseras till ett rimligt pris. Det är föga troligt att ett ekonomiskt acceptabelt system för fartygstrafik är i kommersiell drift före slutet av 1970-talet. För att lösa uppgiften att klara kommunikationerna under 1970-talet krävs då ett bättre utnyttjande av existerande metoder — man är hänvisad till de av ITU anvisade frekvensbanden på kortvåg och vid trafik nära kusterna även ultrakortvåg. Radioförbindelser på kortvåg utsätter den överförda signalen för en mängd störningar av skilda slag. Det kan vara lämpligt att sammanfatta radiokanalens egenskaper före ett studium av möjliga informationsöverförande system.

Radiokanalen

Radiokommunikation över långa avstånd på kortvåg möjliggöres genom existensen av reflekterande skikt i atmosfärens övre lager, den s. k. jonosfären. Utbredningsmediet inför en rad mer eller mindre irrationella faktorer, som påverkar överföringskvaliteten. Här skall endast de i vårt fall intressantaste ofullkomligheterna redovisas.

Joniseringsgraden samt radiovågens frekvens och infallsvinkel bestämmer en övre frekvens vid vilken reflektion sker. Denna frekvens brukar kallas MUF (Maximum Usable Frequency). Jonosfärens egenskaper och därmed även MUF är intimt förknippade med solen och solfläckscykeln. Under solfläcksmaxima är MUF hög och man kan utnyttja högre frekvenser, vilka med sin lägre dämpning ger goda signalstyrkor. Under solfläcksminima minskar det användbara frekvensområdet med ökad trängsel och interferens som följd.

Dämpningen av radiovågorna är störst i de delar av jonosfären där molekyltätheten är störst, dvs. i de lägre lagren. Dämpningen är störst på dagen och den avtar med stigande frekvens. Med kännedom om sändareffekt, mottagarkänslighet, antennförstärkning och lokal störningsnivå kan man bestämma en lägsta användbar frekvens för en viss radioförbindelse. Denna frekvens brukar benämnas LUF (Lowest Usable Frequency).

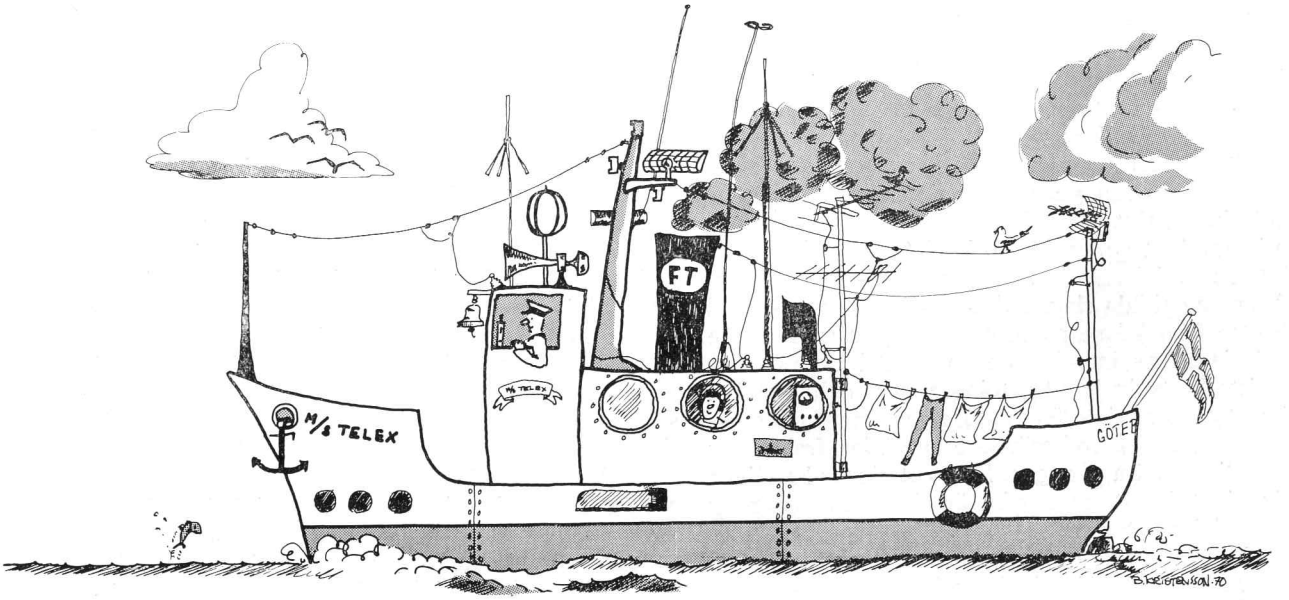
Fading, periodiska variationer i signalstyrkan, uppträder i flera former. En snabb typ av fading med en period av storleksordningen en sekund uppkommer t. ex. när oregelbundenheter i jonosfären flyttar sig eller när polarisationen efter reflexion varierar. Amplitudvariationerna kan uppgå till 20—30 dB. Den mottagna signalen sammansätts av flera komponenter som reflekterats mot skilda delar av jonosfären, och den då uppkommande varierande fasskillnaden ger amplitudvariationerna.

Varierande absorption i de lägre jonosfärskikten ger upphov till en långsam fading med en period på timmar eller dygn.

På nordliga breddgrader kan vi ofta konstatera en mycket snabb fading, flutter kallad, som har en period på 10—100 ms och uppträder i norrskenszonen.

Fading som uppkommer genom addition av signaler med varierande fasdifferens blir frekvensberoende. Denna selektiva fading ger ofta upphov till en besvärande distorsion.

Den ändliga vågutbredningshastigheten bestämmer löptiden och är i sig av avgörande betydelse vid konstruktion av kommunikationssystem med återsignalering via en returkanal. Löptiden till Japan via kortaste storcirkelvägen är ca 30 ms, medan långa vägen tar över 100 ms. Under vissa omständigheter är utbredningsförhållandena sådana att en detekterad signal består av komponenter från båda vägarna vilket ger upphov till en kanske katastrofal distorsion. I detta fall kan distorsionen uppfattas som ett eko. Löptidsdistorsion uppträder även vid utbredning efter en enda storcirkelväg. Den distorderade signalen består även då av kom-



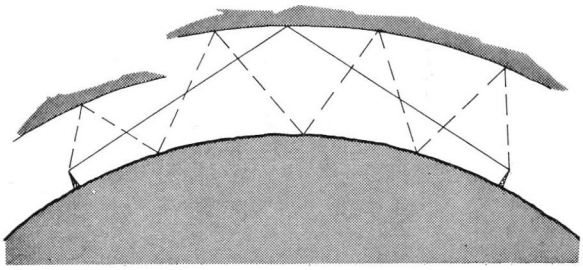


Fig. 2. Radiovågornas reflektion mot jonosfärskikt på olika höjd ger upphov till s. k. löptidsdistorsion.

ponenter som har färdats olika långa vägar. Man kan få tidsdifferenser beroende på antalet hopp, reflektion mot jonosfärsskikt på olika höjd m. m. (se fig. 2). En ytterligare komplikation är att förloppen är synnerligen tidsvarianta. Såväl amplitud som fördröjning hos signalkomponenterna varierar även inom små tidsintervall.

Löptidsdistorsionen sätter en övre gräns för överföringshastigheten. En löptidsdistorsion på några ms ger kravet att bitlängden bör vara minst 10 ms, vilket svarar mot 100 baud.

Även på korta avstånd kan en avsevärd löptidsdistorsion konstateras, i synnerhet vid skymning och gryning på frekvenser som ligger långt under MUF.

Löptidsdistorsionen kan minskas genom val av arbetsfrekvenser som ligger nära MUF och genom användning av antenner med väldefinierade strålningsdiagram.

För att öka tillförlitligheten hos radioförbindelser kan man utnyttja prognoser över MUF och LUF eller, än bättre, över signal/störnings-förhållandet, och basera tidpunkt och frekvens för upprättandet av en förbindelse på dessa prognoser. Prognoserna bygger på material insamlat under de senaste solfläckscyklerna. Televerket producerar varje månad en för Sverige anpassad prognos. Detta material utnyttjades vid försöken med Sea Sovereign, och det visade sig då att överensstämmelsen med verkligheten var god. Trängseln om frekvensutrymme gör att det är lämpligt att nedbringa antalet onödiga anrop, och detta krav ställs på sin spets i ett automatiskt system. En tillförlitlig prognos är då oumbärlig.

Situationen vore ej alltför svår om det hade räckt med ovan redovisade fysikaliskt betingade störningar. Det visar sig emellertid att en ofta dominerande begränsning i kvalitet och kapacitet hos en radiokanal betingas av »man-made» interferens av skilda slag. I detta sammanhang kan vi bortse från lokalt på mottagningsplatsen alstrade störningar av impulstyp från elektriska motorer, tyristorbestyckade utrustningar osv. och i stället konstatera att interferensstörningar uppträder genom att andra radiosändare utnyttjar frekvenser som ligger nära vår egen. Dessa stationer kan ligga där helt legalt, men ofta är deras ursprung av mer diffus natur.

Om dessa störande stationer ligger inom mottagarens passband blir konsekvenserna beroende dels på förhållandet mellan den störda och störande signalens styrka, dels på arten av signal, modulationsart, hastighet etc. Som exempel kan tas det inte ovanliga förhållandet att en kraftig morsesignal stör någon typ av digital maskintelegrafi. Om morsestationen sänder med en hastighet av 40 tecken/minut, stör varje lång teckendel (bokstaven t) ut 450 ms av den andra stationens trafik. Denna och liknande typer av interferensstörningar är av utslagsgivande betydelse vid bestämning av felfrekvens och effektivitet hos system för överföring av digital information över radiokanaler på kortvåg.

Felkorrigering

Med kunskap om eller uppskattningar av kraven från potentiella kunder gäller det nu att välja utrustning och metod för ett system som trots utbredningsmediets begränsningar kan prestera en förbättrad informationsöverföring mellan fartyg och land. Det är då väsentligt att inse betydelsen av att systemet icke blott blir tekniskt utan även ekonomiskt acceptabelt. Systemet skall medge överföring av information med så låg felfrekvens att överfört material kan inmatas i datorer efter ett minimum av manuell preparering.

Lösningen kommer att omfatta kedjan fartygsterminal—radioöverföring—landterminaler, där radioöverföringen är den kritiska länken. Radioöverföringen inför direkt begränsningar; om inte komplicerade system för tidsuppdelning och frekvensmultiplex användes kan hastigheten ej överstiga 100 baud beroende på löptidsdistorsionen. Man kan ej garantera kontinuerlig förbindelse med fartyget. Tillgängligheten blir beroende av fartygets position, solfläckscykeln, årstiden, dygnsvisa variationer av konditionerna, tidpunkt på dygnet och utnyttjad frekvens.

Felfrekvensen kan nedbringas genom ökat signal/brusförhållande, lämpligt modulations/demodulationsförfarande och genom användning av något felkorrigerande system. Signal/brusförhållandet är förutom av vågutbredningen och brusnivån beroende av sändareffekt, antennförstärkning vid sändare och mottagare samt av mottagarens egenskaper. På kuststationen kan relativt höga effekter och goda riktantenner användas, men ombord på fartygen måste man nöja sig med en effekt av storleksordningen 1 kW. Det finns inga praktiska möjligheter att sätta upp riktantenner på fartyg; dock bör antennerna ombord ägnas större uppmärksamhet än hittills. Strålningsdiagrammet i vertikalled är t. ex. av stor betydelse om goda förbindelser över stora avstånd önskas. Dagens mottagare är genomgående tillräckligt känsliga. Ombord på ett fartyg tillkommer emellertid vid duplextrafik problemet att mottagaren skall fungera tillfredsställande trots existensen av en kraftig signal från den egna sändaren. Stora krav ställs därför på låg korsmodulering och intermodulationsdistorsion.

Vid radioöverföring av maskintelegrafi användes frekvensskiftnyckling, FSK. FSK kan betrak-

tas som en binär frekvensmodulering eller en tvåsignals amplitudmodulering (on-off), där den ena signalen är den andras komplement. Frekvensskiftets storlek bestäms av sådana faktorer som distorsion vid vågutbredningen, kravet att spara på frekvensutrymme, frekvensstabiliteten hos sändande och mottagande utrustningar och nycklingshastigheten. CCIR har rekommenderat ett skift på 170 Hz för marint bruk. Demodulatorns uppgift är att med ledning av den mottagna signalen ange den signal som med störst sannolikhet sändes.

Telexkoden, CCITT-2, är en s. k. start/stoppkod. Tecknet består av sju element varav fem är informationsbärande, ett används som startpuls och det sista elementet, som är 50 % längre än de övriga, är en stoppuls. Då något element blir förvanskat skriver maskinen ett felaktigt tecken; om start- eller stopp-pulsen försvinner kan synkroniseringen mellan maskinerna gå förlorad med påföljd att flera tecken tappas. För att få ner felfrekvensen i icke perfekta transmissionskanaler kom man tidigt på metoder att konstruera koder med vilkas hjälp man kan detektera och kanske även korrigera fel. Dessa feldetekterande och felkorrigerande koder bygger på att tecknen i en kodare tillförs redundanta element, som ger den mottagande utrustningens avkodare möjlighet att avgöra om tecknet är rimligt. Om fel upptäcks kan vissa koder korrigera dessa upp till en viss nivå. Kodaren omvandlar även den asynkrona telexkoden till en synkron kod. Synkroniseringen sker då en gång för alla vid upprättandet av förbindelsen. Tiden för synkroniseringsförfarandet är oanvändbar för informationsöverföring, varför det är väsentligt att snabba synkroniseringsmetoder används. CCIR rekommenderar max. 5 sekunder.

Om ett felaktigt tecken detekteras och en returkanal finns till förfogande kan den mottagande avkodaren automatiskt begära repetition (Automatic Request) av tecknet.

Felkorrigerande koder brukar i engelskspråkig litteratur indelas i »block codes» och »convolutional» eller »recurrent codes». De redundanta elementen genereras i kodaren i allmänhet genom binära additioner av tecknets ursprungliga element enligt något visst mönster. Genom att i avkodaren göra motsvarande operation kan fel detekteras och beroende av kodens komplexitet och felmönstret kan en del fel korrigeras. En »block code» lägger de redundanta elementen i omedelbar anslutning till de ursprungliga informationsbärande elementen. En »convolutional code» sprider däremot ut de redundanta elementen över en längre tidsperiod omfattande flera tecken. Koden får härigenom möjlighet att korrigera fel som uppträder i skurar, »bursts».

Felkorrigerande system som går utan returkanal brukar på engelska kallas »forward-acting». Dessa system har sin givna plats i flera sammanhang; dels när det gäller att sända trafik till passiva mottagare (tankfartyg som lastar eller lossar), dels för utsändning av nyheter, väderleksrapporter, navigationsvarningar m. m. avsedda för flera mottagare. Det finns ett flertal framåtverkande felkorrigerande system tillgängliga på marknaden. Om man utgår från en teoretisk modell på överföringskanalen (gaussiskt brus, Rayleighfading), kan man visa hur man med moderna feldetekterande och felkorrigerande koder kan uppnå förbluffande goda resultat. I laboratoriemätningar kan man approximera den teoretiska kanalen och konfirmera de beräknade resultaten. Kodernas egenskaper är i allmänhet sådana att sannolikheten för teckenfel på grund av slumpmässiga (sannolikheten p) elementfel är proportionell mot $a \cdot p^b$, där a och b är heltal som beror av kodens konstruktion. En kod som uppges ha $a = 100$ och $b = 3$ har således en god korrigerande verkan om förbindelsen är av hyfsad kvalitet och elementfelsannolikheten är låg. Om däremot elementfelsannolikheten ökar blir kodens funktion sämre. Dessutom brukar förmågan att korrigera skurar anges genom den skurlängd (antal elementfel i följd) som koden kan klara under förutsättning att skuren är omgiven av ett visst antal korrekta element.

Vid praktiska prov på realistiska radiokanaler har det visat sig att de teoretiskt erhållna resultaten ej kan uppnås. Prov med telexöverföring mellan ett fartyg i nordsjötrafik, MS Saga, och Göteborg Radio företogs år 1966. Här jämfördes felfrekvensen vid dels en direkt överföring av telexkoden, dels ett framåtverkande system med en blockkod med 5 paritetsbitar, dels ett simplex-ARQ-system. Resultaten visade att det vid god radioförbindelse gick nästan lika bra att köra utan felkorrigering, medan det vid dålig radioförbindelse bara gick att använda ARQ-systemet. Det visade sig t. o. m. att det framåtverkande system, som provades, i många fall gav sämre resultat än den oskyddade överföringen.

Detta resultat, som så katastrofalt avvek från tillverkarens uppgifter, verkade mycket förbluffande. Sedermera har det emellertid bekräftats av ett flertal andra undersökningar. Vid FOA har simulering av en mer avancerad kods funktion gjorts i en dator med hjälp av ett från en kortvågsför-

bindelse insamlat felmönster. Vid denna undersökning konstaterades att felkorrigeringssystemet var helt ineffektivt för förbindelsen ifråga vid felhalter överstigande någon promille. I utländska undersökningar har liknande slutsatser dragits. Man har t. ex. konstaterat att övergång till en bättre demodulator vid selektiv fading kan ge lika gott resultat som användning av ett framåtverkande felkorrigerande system och att samma förhållande uppnås vid övergång till diversitetsmottagning. Förklaringen till de dåliga resultat som erhålls vid praktiska försök, jämfört med de teoretiskt framtagna värdena, ligger i de approximationer och idealiseringar som görs vid behandlingen av radiokanalen. Interferensstörningar är t. ex. av så irrationell natur att de knappast kan beskrivas med en matematisk modell, som kan ge vackra och lätthanterliga resultat. Kommunikationsteoretikern/statistikern utesluter dem därför vid sina kalkyler.

Kapaciteten hos ett system ökar inte om en returkanal används, men man kan visa att felfrekvensen kan minskas godtyckligt. Det av holländarna utvecklade ARQ-systemet bygger på en 7-enhets kod med konstant Z/A- (mark/space-)förhållande på 4/3. Konventionella ARQ-system kräver en duplexförbindelse. För att minska problemen vid mindre installationer där stationens sändare och mottagare är närbelägna, t. ex. ombord på fartyg, har en simplex-ARQ utvecklats. Denna accepterar 50 bauds CCITT2-tecken, sänder ut tre 7-enhetstecken via radio och lyssnar efter kvittens. Beroende på dennas innehåll sänds tre nya tecken eller repeteras de först sända. Repetitioner stoppar upp trafiken på radiovian varför buffertminnen krävs. Hastigheten över radio är 100 baud, elementlängden 10 ms. Var 450 ms sänder den informationssändande stationen tre tecken (210 ms) och lyssnar därefter efter en kvittens (70 ms). Den maximalt tillåtna löptiden inom och utom systemet (450—[210 + 70]/2 ms per väg) sätter en gräns för avståndet mellan de båda stationerna. Riktningen för informationssändningen kan enkelt omkastas. Infasningen är mycket snabb och är kombinerad med ett selektivt anrop. Fasningstiden tur och retur är mindre än 2 sekunder. Om motstationen ej är i stånd att svara eller trafiken är avsedd för flera mottagare kan returkanalen inte användas. Det finns då möjlighet att utnyttja existerande kodare och avkodare på ett sådant sätt att ett framåtverkande tidsdiversitetssystem bildas. Varje tecken sänds två gånger med 280 ms mellanrum. Om det första tecknet verkar vara korrekt (Z/A = 4/3) trycks det. Om det första tecknet är felaktigt trycks det andra om det är korrekt, annars trycks en felsymbol, exempelvis ett mellanslag.

I februari 1970 rekommenderade ITU simplex-ARQ enligt ovan till användning för marin telex.

När signal/störningsförhållandet krymper blir risken för odetekterbara transpositionsfel stor. För att komma tillrätta med detta kan ytterligare kriterier för godkännande av mottagen signal konstrueras. Man kan t. ex. titta på signalens nivå eller på dess distorsion. Denna »tredje beslutsnivå» medför i ARQ-fallet att antalet tryckta icke detekterade fel minskar på bekostnad av verkningsgraden. Felfrekvensen på telexnätet anses ligga på 10^{-4} à 10^{-5}, vilket motsvarar ett felaktigt tecken under en timmes kontinuerlig trafik. Målet blir då att försöka få ner felfrekvensen på radiovian till en sådan nivå att dess bidrag till den totala felfrekvensen blir försumbart. Det har visat sig att ARQ-system ger enda möjligheten att hålla en låg felfrekvens på den typ av radioförbindelser som utnyttjas för fartygsradion. Felfrekvenser av storleksordningen 10^{-5} har uppmätts vid praktiska prov. Detta är ett par storleksordningar bättre än vad som kan förväntas av ett framåtverkande felkorrigerande system även om förbindelsen är relativt god.

Fig. 3. MS Tor Hollandia, som går mellan Göteborg och England/Holland, utrustades med telex via en duplex-ARQ. Driftserfarenheterna var mycket goda.

Provverksamhet

Prov påbörjades i Sverige 1964, då ett nybyggt passagerarfartyg, MS Kungsholm, utrustades med radioteleprinter. Erfarenheterna från dessa prov indikerade att det var fullt möjligt att ansluta ett fartyg via radio till telexnätet. Överföringskvaliteten var dock sådan att man omedelbart insåg att någon form av felkorrigerande utrustning måste införas på radiovian.

I juli 1966 genomfördes också prov med automatisk uppkoppling av radiovian i det att MS Kungsholm på ett enkelt sätt via en simplex-ARQ anslöts till det svenska telexnätet. Ambitionen var att prova om en radioförbindelse kunde igångsättas utan manuellt ingripande vid kuststationen. Erfarenheterna från dessa prov var uteslutande positiva och visade att ett automatiskt system för fartygstelex var möjligt att införa, om man kunde finna en lösning på de problem som radioförbindelserna införde.

1968 bildade televerket på initiativ av Sveriges Redareförening en arbetsgrupp för dataöverföring via kustradio som skulle undersöka förutsättningarna för dataöverföring till fartyg. Stiftelsen Svensk Skeppsforskning hade i samarbete med Salénrederierna startat ett projekt där en medelstor processstyrningsmaskin skulle placeras ombord på ett turbintankfartyg, och det fanns ett visst intresse för överföring av data mellan land och fartyg. För att samla erfarenheter av automatiken föreslog arbetsgruppen i början av 1969 att prov skulle verkställas på fartyg i trafik på Nordsjön, och Salénrederiernas MS Tor Hollandia ställdes till förfogande för prov. Den 8 maj 1969 igångsattes proven med en fartygsutrustning enligt fig. 4. Systemet bygger på en kontinuerlig duplexförbindelse mellan fartyg och kuststation och är således inte direkt lämpat för ett större antal telexförbindelser, eftersom varje telexförbindelse tar två frekvenser i anspråk kontinuerligt. Driftserfarenheterna från både den felkorrigerande utrustningen och den kringutrustning som konstruerats för anpassning till telexnätet var dock av ytterst stort värde för den fortsatta verksamheten.

I november 1969 avseglade TT Sea Sovereign till Persiska Viken och Japan. Den hade försetts med telexinstallation enligt blockschemat i fig. 5.

I viloläge är all utrustning tillslagen. Sändare och mottagare är inställda på två par frekvenser som manuellt valts med hänsyn till fartygets position och tillgängliga radioprognoser. Mottagarna ansluts växelvis till simplextoren med tvåsekundsintervall.

Vid anrop från land sänder kuststationen fartygets selektiva anropssignal. När denna uppfattas startar ARQ:n, varvid mottagarväxlingen stoppas och en sändare startas. Erhålls inom 10 sekunder ingen indikation på att kuststationen uppfattat svaret, växlas sändare. Uppfattar kuststationen svaret stoppas även sändarväxlingen och förbindelsen är etablerad. Uppfattar inte kuststationen svaret stoppas anropet och därmed återgår fartygsstationen till viloläget.

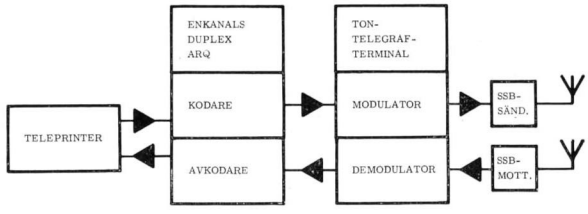


Fig. 4. Fartygsstationen på MS Tor Hollandia.

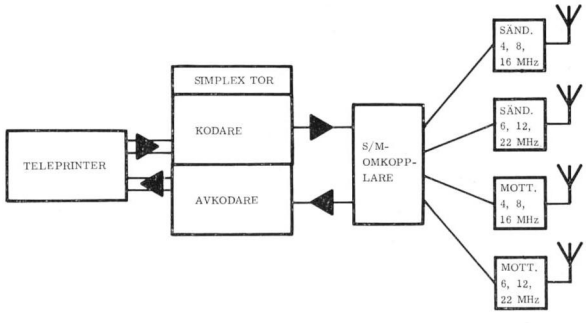


Fig. 5. Fartygsstationen på TT Sea Sovereign.

Anrop från fartyget sker genom start av simplex-ARQ:n, varvid även en sändare startar. Kuststationens selektiva anropssignal utsänds. Uppfattas denna på kuststationen erhålls svar på någon av de två tillgängliga mottagarfrekvenserna. Mottagarväxlingen stoppas och förbindelsen är etablerad. Erhålles ej svar inom 10 sekunder växlas sändare, vilket fortgår tills tidsövervakningen avbryter anropsförsöken. Val av landabonnent sker på tangentbordet, eftersom 40/60 ms fingerskiveimpulser inte kan överföras på ARQ-kod. På kuststationen omvandlas siffervalet från telexkod till fingerskiveimpulser.

Inför försöken med MS Tor Hollandia och TT Sea Sovereign stod det klart att det skulle vara fördelaktigast att konstruera ett helautomatiskt system. Den automatik som detta implicerar får inte göra utnyttjandet av tjänsten komplicerad — telexoperatörer i land skall kunna betrakta fartyget som en vanlig telexabonnent, och operatören ombord skall inte behöva vara ingenjör. Ett funktionellt blockschema över utrustningen på kuststationen återfinns i fig. 6.

Trafik från abonnenter anslutna till det internationella telexnätet kan sändas till TT Sea Sovereign genom en uppkoppling till telexnumret 20128 i Sverige. När abonnenten trycker på sin »Vem där?»-tangent får han som svar »8 Shiptelex S» åtföljt av en framtvingad utlösning av egen namngivare för debiteringsändamål. Därefter förutsätts abonnenten sända sitt meddelande och avsluta på sedvanligt sätt. Han får inte förvänta sig ett omedelbart svar, ty meddelanden från land till fartyg lagras på kuststationen och sänds inte alltid till fartyget omgående. Så snart minnet har trafik till fartyget anropas fartyget var 200:e sekund över programmerade frekvenser och antennriktningar tills en förbindelse har etablerats och trafiken kan utväxlas. Telegrafisten behöver inte vara närvarande. När minnet är tömt på sin trafik

kopplas förbindelsen med och radioutrustningen går till viloläget.

Trafik från fartyget utväxlas vid en tidpunkt då telegrafisten anser att konditionerna är acceptabla. Detta kan han enkelt försäkra sig om genom att göra ett anrop till kuststationen. När han får svar kan han koppla upp sig till önskad landabonnent (eller till annat fartyg) genom att skriva »TLX 20129 +?», där 20129 är den önskade abonnentens nummer. Om abonennten svarar utlöses hans namngivare och denna skrivs ombord på fartyget som en indikation på att förbindelsen är etablerad. Om abonnenten är upptagen skrivs i stället bokstäverna »OCC» ombord, och om några avvikelser eller felaktigheter i proceduren upptäcks skrivs bokstäverna »NP». Utländska telexabonnenter kan nås på motsvarande sätt. När operatören ombord har utväxlat sin trafik avslutar han genom att skriva bokstäverna »NNNN», varvid telexkopplet bryts. Om telegrafisten önskar manuell hjälp på kuststationen kan han antingen koppla upp sig till dess telexnummer eller också skriva »SVC+?», vilket producerar ett akustiskt larm. Utrustningen som handhar de funktioner som krävs för att få systemet enligt ovan att arbeta gör ett mycket blygsamt intryck. Genom att genomgående använda halvledare och integrerade logikkretsar (TTL) har en kompakt utrustning kunnat konstrueras. Wire-wrapping har använts för uppkoppling av standardkort med integrerade kretsar. Tillförlitligheten har överträffat alla förväntningar.

Gamla telegrafisändare, som stått som reservsändare på sändarstationen i Vallda, har försetts med nya stabila frekvensskiftsoscillatorer. Kustradiostationens reservfrekvenser har utnyttjats på banden 4, 6, 8, 12 och 17 MHz. Enkla dipoler har använts med undantag för den högsta frekvensen, till vilken en roterbar 3-elements antenn av typ »cubical quad» byggdes. Utrustningen på sändarsidan får anses vara av dålig kvalitet om man jämför med vad som använts vid liknande försök i Norge, Tyskland, Holland, England m. fl. länder. Det är givet att kraftigare SSB-sändare och bättre antenner skulle förbättra tillgängligheten hos radioförbindelserna. På mottagarstationen i Onsala användes kristallstyrda kanalmottagare. Stationens rombantenner användes men möjlighet till diversitetsmottagning saknades.

Trafik

Proven ombord på MS Tor Hollandia visade en markant ökning av kommunikationsmängden som följd av det snabba sättet att komma i kontakt med fartyget. En analys av trafiken under augusti månad 1969 visar att det utväxlades 6 meddelanden per dag med en genomsnittlig längd av 1,15 minuter vid 50 baud. En analys av trafikinnehållet visade följande fördelning:

Administration och personal	40,6 %
Passagerare	16,3 %
Underhåll	19,3 %
Radiotrafik	3,2 %
Intendentur, förråd	12,3 %
Gods	8,3 %

Det ringa behovet av konversationstelex framgår av att endast 16 % av de utväxlade meddelandena förekom i konversationsform. Samtidigt med telextrafiken förekom trafik över den ordinarie ra-

Fig. 6. Utrustningen på kuststationen.

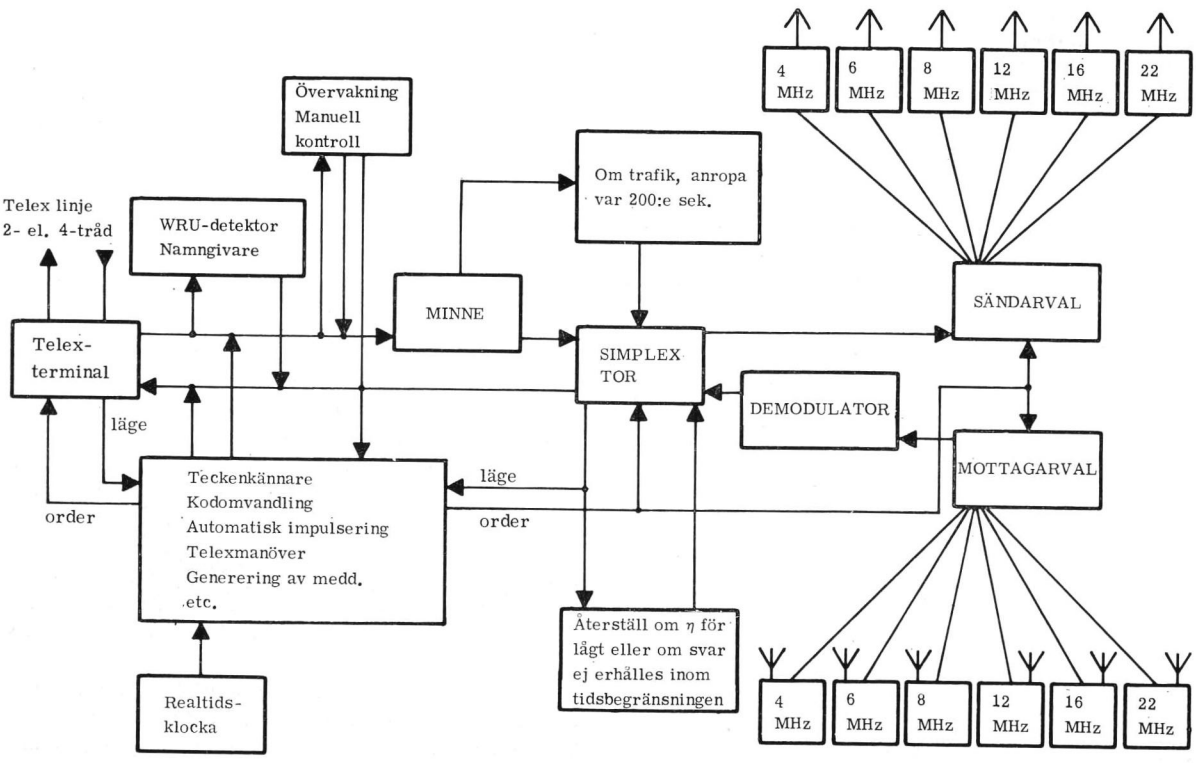


Fig. 7. Telexutrustningen i radiohytten på Sea Sovereign. Telexstativet innehåller uppifrån räknat utrustning för sändar- och mottagarval, simplex ARQ och ett 100-teckens buffertminne.

diostationen i normal omfattning. Införandet av telex ombord medför en ökning av trafiken, men innebär inte att den trafik som tidigare utväxlades på vanligt sätt helt omdisponeras, ty behovet av röstkommunikation kvarstår.

Trafiken mellan TT Sea Sovereign och Göteborg Radio under tiden november—mars framgår av tabellen nedan.

Den stora trafikmängden under november och december får ses mot bakgrunden av att fartyget gick på sin jungfruresa med tio extra tekniker ombord för intrimning av bl. a. datamaskinen.

Erfarenheterna av radioförbindelserna under fartygets resa från Sverige runt Sydafrika till Persiska viken och därifrån till Japan konfirmerar uppfattningen att frekvensskiftssändning genom sin inneboende redundans är överlägsen vanlig morsetelegrafering och telefoni. Förutsättningen för ett rationellt utnyttjande av befintliga radiofrekvenser är att man har tillgång till radioprognoser för aktuella riktningar och distanser. En ökad användning av prognosen skulle väsentligt förbättra även den konventionella fartygsradiotrafikens effektivitet. Redan i grundförutsättningarna för telextrafik till fartyg finns den begränsningen att man inte kan fordra omedelbar och kontinuerlig förbindelse under dygnets alla timmar. Under TT Sea Sovereigns resor mellan Japan och Persiska viken har de kuststationsfrekvenser och de begränsade sändareffekter som funnits tillgängliga i sämsta fallet medgivit förbindelse under två timmar dagligen och i bästa fallet tjugo timmar. Öppningstiderna är avhängiga av avstånd och riktning från kuststationen. En ökning av den utstrålade effekten, användning av riktantenner och val av andra, mindre störda frekvenser kan med säkerhet öka förbindelsetiderna väsentligt.

Trafiken mellan TT Sea Sovereign och Göteborg Radio november 1969–mars 1970.

	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Mars
Sända meddelanden/dag	8	8	4	5	4
Mottagna meddelanden/dag	5	5	1	2	2
Medellängd, sända medd., min	2,2	2,8	2,4	1,9	1,4
Medellängd, mottagna medd., min	1,6	2,5	1,8	1,6	1,5
Medeltrafik, min/dag	25,5	34,6	12,5	13,7	8,9

Har fartygstelex någon framtid?

Det finns ett latent behov av marin datakommunikation. Ett rederi har i dag många rutiner orienterade åt data, och att fartygen, som är de förnämsta inkomstkällorna, ännu inte infogats i datarutinerna i full utsträckning beror på att lämpliga kommunikationsmöjligheter hittills saknats. Man kan förutse många olika användningsområden för marin datakommunikation: optimering av färdvägar med avseende på väder och andra faktorer, styrning av kyl- och mognadsprocesser vid transport av ömtåliga livsmedel och frukt, överföring av lastdokument efter fartygets avgång, överföring av fartygets driftdata och felindikationer, intendenturbeställningar och löneunderlag. Erfarenheterna från provverksamheten med automatkopplad telex till fartyg visar i jämförelse med liknande manuella system att även mycket korta meddelanden helst sänds på telex. Förutsättningen för att fartygstelex skall kunna göra sig gällande är således att den har en hög grad av automatisering, ty om ett eller flera manuella skeden skall ingå i uppkopplingsförfarandet blir tidsvinsten i relation till det i dag relativt ringa kommunikationsbehovet så liten att man i stort sett klarar sig utan telex.

Det system för fartygstelex som här redovisats bygger på en nästan konstant förbindelse med hemlandet. Enligt internationella överenskommelser är det inte tillåtet att använda fartygets radio i hamn för annat än lokala förbindelser. Dessa bestämmelser tillkom av flera skäl i en tid då radioutrustningarna inte var så sofistikerade som i dag. Ett fartygs kommunikationsbehov har en tendens att öka i samband med ankomst och avgång från hamn, och att mitt under hamnbesöket tvingas stänga av fartygets telexutrustning inför en begränsning av nyttjandet som är mindre attraktiv. Om fartygstelex av automattyp kommer att införas internationellt, måste de gällande reglerna för användning av fartygsradio i hamn revideras.

Internationell fartygstelex inför en mängd frågor, som kan vara svåra att ta ställning till. Varje land har ju intresse av att ha sina fartyg inlemmade

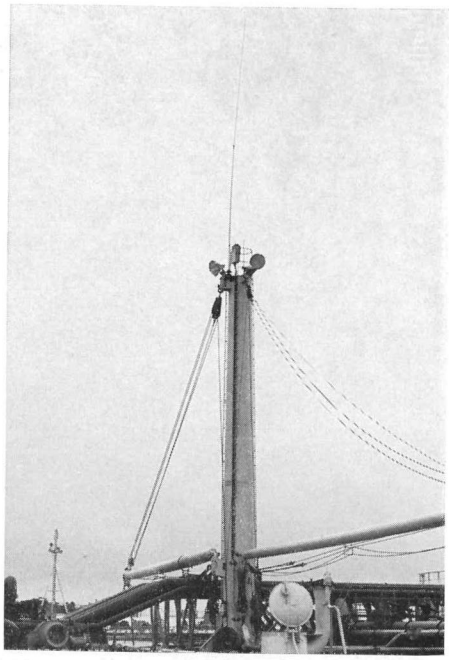


Fig. 8–9. Antennarrangemanget ombord på Sea Sovereign. Olika antenners prestanda undersöktes – fartyget har därför fler antenner än nödvändigt för telextrafiken. Den antenn som gav de bästa resultaten på höga frekvenser var en avstämd 10 m hög glasfibermast, placerad på en bompåle midskepps (bilden t. h.).

i sitt nationella telexnät. Men sett ur abonnentsynpunkt måste det bli billigare att kunna ta direkt kontakt med telexkuststationen i det land till vilket telexskrivningen är avsedd. Vi kan i dag som telexabonnenter själva välja oss fram till adressaterna i många länder. Debiteringen härför ordnas automatiskt genom periodräkning. Att debitera från fartyg avgående trafik är relativt enkelt. Man inför en speciell radioavgift som tillägges den trådavgift som automatiskt debiteras. I andra riktningen ställer sid debiteringen svårare av det skälet att debiteringen införes på avgångsstationen och denna av naturliga skäl inte kan taga hänsyn till att fartyget, som i övrigt uppfattas som en nationell abonnent, kräver en ytterligare avgift.

Proven med fartygstelex visar att det är fullt möjligt att inrätta en ny marin kommunikationstjänst som automatiskt kan förmedla meddelanden mellan fartyg och telexabonnenter i land. Här öppnas möjligheter till ett informationsutbyte som tidigare ej kunnat ske av tids- och kostnadsskäl. Telextrafiken medger större informationsmängd per tidsenhet än nu tillämpade kommunikationsmedia och innebär dessutom ett rationellt utnyttjande av de tillgängliga kommunikationskanalerna. Världens informationsexplosion, som även gör sig märkbar i marin kommunikation, kan därmed kontrolleras utan att man behöver tillgripa den enormt kostnadskrävande satellittrafiken.

Med öppen blick för framtida utvecklingsmöjligheter kan man konstruera ett system som möjliggör utbyggnad och anpassning till ett internationellt nät för marin telekommunikation, vilket kan användas över ett flertal kommunikationsmedia. Oavsett om överföringen till fartygen sker via kortvåg, VHF eller satellit, utgör det internationella telexnätet den lämpligaste länken i land. Även om informationsmängden ökar torde det dröja innan den lilla enhet ett fartyg trots allt är får sådana kommunikationsbehov att överföring med väsentligt högre hastighet än 50 baud ovillkorligen krävs.

Litteraturhänvisningar

1. *Frommer E., Vogt K.:* Untersuchungen über ein Funkfernschreibsystem mit fehlerberichtigendem Code auf Kurzwellenübertragungsstrecken. Fernmeldepraxis, No 23, Vol. 41, 1964.
2. CCIR Study Groups 1966–1969. Doc. III/81-E.
3. CCITT Special Study Group A. Contribution 92, Annex XIII, 1963.
4. *van Duuren H. C. A.:* Error probability and transmission speed on circuits using error detection and automatic repetition of signals. IRE Transactions on communication systems, Vol. CS-9, 1961, s. 38–50.
5. *van Duuren H. C.A.:* Error control on high frequency radio channels. Het PTT-bedrijf, Deel XIV nr 2, januari 1966, s. 65–72.
6. CCIR Study Groups 1966–1969. Doc. XIII/211-E.