Elektronisk knappvalsapparat - ERICOFON 700

Arne Boeryd, Leif Branden, Jan-Olof Hedman
och Olle Larsson

De telefonapparattyper som 1892 och 1931 konstruerades av LM Ericsson blev stilbildande. De apparater som i dag används av telefonadministrationer över hela världen är vidareutvecklingar av 1931 års apparat. Skillnader föreligger givetvis vad beträffar design och konstruktion men huvuddragen är väsentligen desamma. LM Ericssons senaste apparatkonstruktion av denna basmodell är den välkända apparaten DIALOG introducerad på världsmarknaden 1962. LM Ericssons enstycksapparat ERICOFON, som introducerades 1956 blev banbrytande inte bara genom sin unika och funktionella form utan framför allt genom att apparatmodellen innebar möjligheter för telefonförvaltningar att erbjuda abonnenterna ett alternativ till den gängse apparattypen av traditionell form. Den kommersiella framgång, som ERICOFON haft, är det bästa beviset på abonnenternas uppskattning av apparatens utseende, tekniska kvalitet och bekväma handhavande

Konstruktionsförutsättningar

Den tekniska utvecklingen av material och komponenter som ägt rum fram till för några år sedan, påverkade visserligen kontinuerligt apparaterna, vilka reviderades och förbättrades. Men denna kontinuerliga utveckling gav emellertid i allmänhet inte utrymme för introduktion av helt ny teknik eller för erbjudande av nya tjänster och faciliteter.

Den lavinartade utveckling, som under senare år ägt rum inom halvledartekniken, innebär emellertid att telefonabonnenter nu kan erbjudas ett flertal nya faciliteter och en starkt förbättrad transmissionskvalitet i telefonapparaten, oberoende av till vilken abonnentledning eller lokalstation abonnenten är ansluten.

Knappval har hittills endast kunnat erbjudas ett begränsat antal abonnenter, anslutna till nya eller modifierade lokalstationer. Resultat från fältprov och det goda mottagande, som knappval fått i de länder (USA och Kanada), där man under längre tid erbjudit knappval som alternativ till fingerskivsval, vittnar om knappvalsimpulseringens fördelar för abonnenten. Impulseringen sker snabbare, säkrare och bekvämare ur abonnentens synpunkt samtidigt som registerbeläggningstiden i telefonstationen minskar med ökad framkomlighet i telefonnätet som följd.

Utvecklingen av minnes- och räknekretsar i MOS-teknik har banat väg för möjligheterna att omvandla en knapptryckningskod till dekadisk impulsering med valfri frekvens (10-20 Hz). Denna teknik gör det möjligt att er-

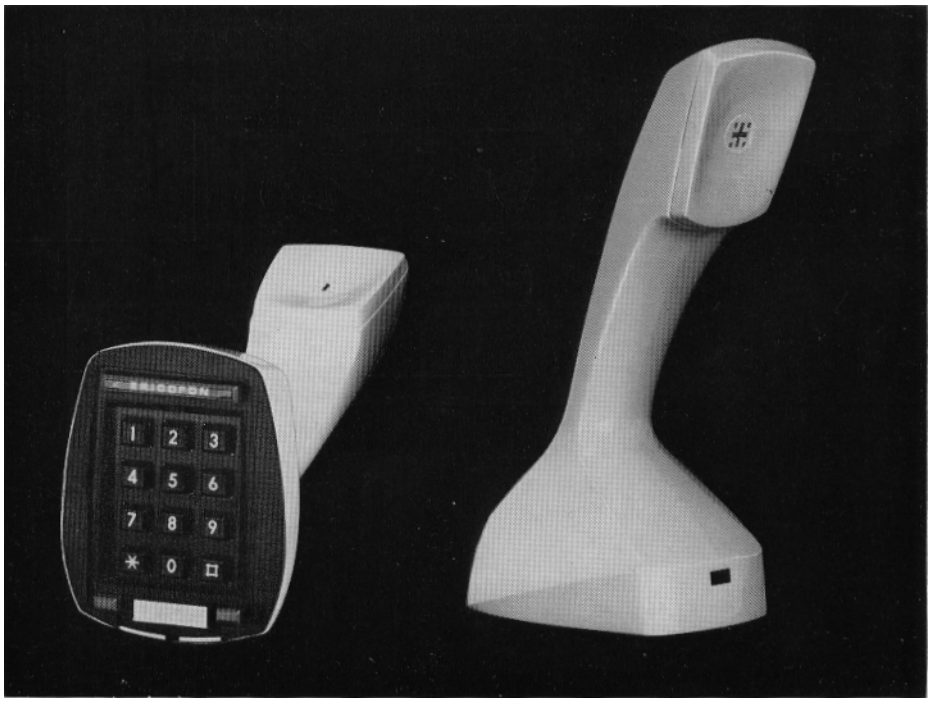


Fig. 1 ERICOFON 700

ARNE BOERYD LEIF BRANDEN JAN-OLOF HEDMAN OLLE LARSSON
Avdelningen för telefonapparatteknik Divisionen för abonnentutrustningar Telefonaktiebolaget LM Ericsson

bjuda knappval för alla abonnenter oberoende av den typ av lokalstation, som telefonapparaten är ansluten till. En ny telefonapparat kan därför konstrueras enbart för knappval.

Telefonapparatens komponenter för transmission har varit föremål för intensiv bearbetning under senare år.

Detta har gällt såväl mikrofon och hörtelefon som transmissionskrets. Som resultat av detta arbete finns nu en miniatyriserad mikrofon och hörtelefon och, som ersättning för den passiva talkretsen, en elektronisk talkrets med erforderliga aktiva förstärkarelement integrerade med nödvändiga passiva delkomponenter.

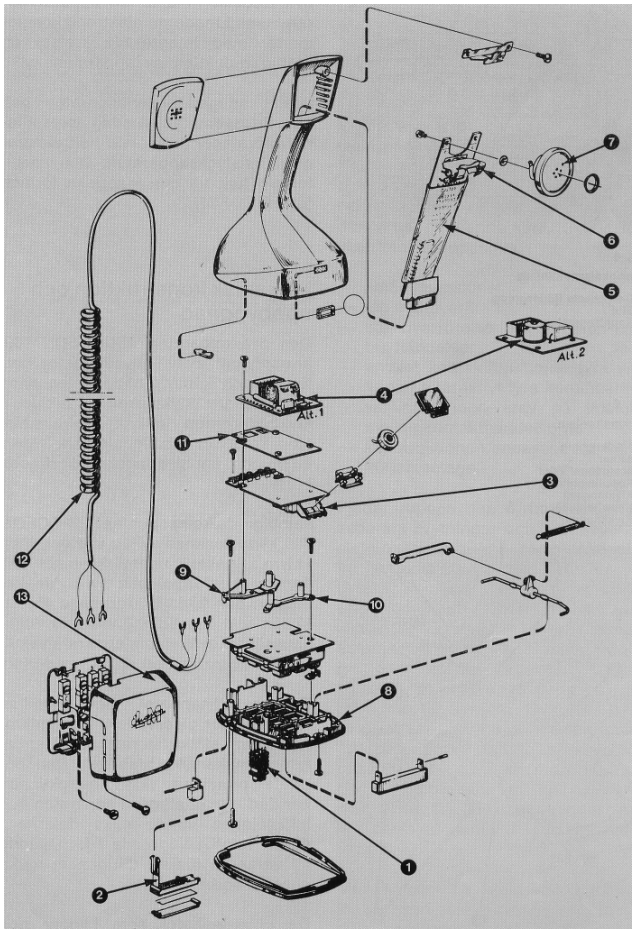


Fig. 2

ERICOFON 700, sprängskiss

1. Registerinkallningsknapp
2. Tangent (nummerram)
3. Transmissionskretsenhet med mikrofon
4. Ringenhet
5. Impulseringsenhet
6. Fjäder
7. Hörtelefon
8. Stomme
9. Distansstycke
10. Distansstycke
11. Mellanlägg
12. Apparatsnöre
13. Anslutningsdosa

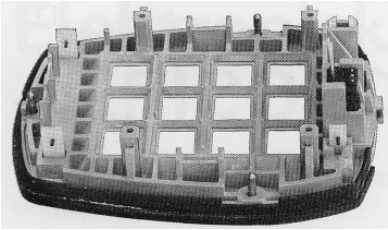


Fig. 3
Apparatens underdel

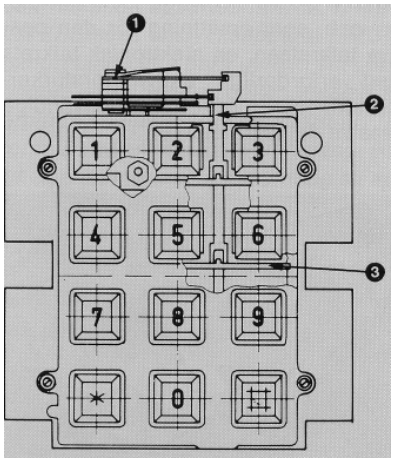
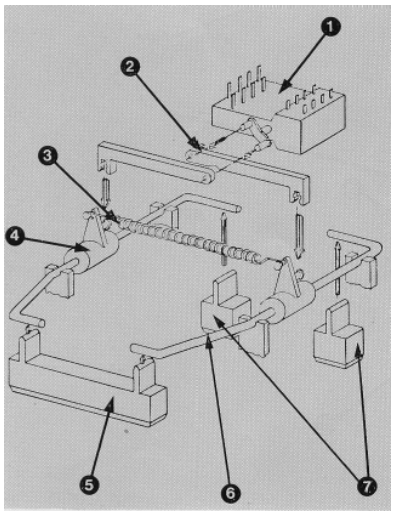


Fig. 4 Knappvalsmekanism

1. Gemensam fjädergrupp
2. Slid
3. Kopplingsstång

Fig. 5 Klykmekanism

1. Fjädergrupp
2. Armar
3. Atergångsfjäder
4. Kopplingsstång
5. Klyktangent
6. Kopplingsstång
7. Klykknappar



Telefonapparatens signalorgan, ringklockan, har i vissa fall redan tidigare ersatts av tonringare antingen med separat elektroakustisk signalgivare eller med hörtelefon eller mikrofon som ljudgivare. Fördelen med tonringning är en mera behaglig men samtidigt mer genomträngande signal och en ur konstruktiv synpunkt mindre utrymmeskrävande enhet än en konventionell ringklocka.

Utöver funktionsmässiga och kvalitativa fördelar innebär ett apparatutförande med moderna elektronikkomponenter med integrerade kretsar en kraftig reduktion av apparatens vikt.

I samband med telefonapparatens och LM Ericssons 100-årsdag presenterade företaget den första helt elektroniska enstycksapparaten. Den ansluter sig helt till den klassiska formen för ERICOFON.

Mekanisk konstruktion och uppbyggnad

Den nya apparaten, ERICOFON 700, är uppbyggd av två huvudenheter, bottendel och kåpa. I bottendelen ryms knappväljare, klykmekanism inklusive klykfjädergrupp, mikrofon, transmissionskretskort och signalorgan. Kåpan inrymmer impulseringskretskort och hörtelefon.

Samtliga delkomponenter i ERICOFON 700 kännetecknas av låg vikt och liten volym. Speciell uppmärksamhet har ägnats åt utformningen av klykmekanismen och klykfjädergruppen för att få låg vikt samtidigt med stor funktionssäkerhet även om apparaten skulle bli placerad på ett ojämnt underlag.

En enstycksapparat med samtliga komponenter placerade i "handmikrotelefonen" ställer stora krav på apparatens mekaniska stabilitet. Den bärande principen vid konstruktionen har därför varit att göra apparaten och infästningen av de olika delarna i denna relativt fjädrande i förhållande till varandra för att därigenom verka chockabsorberande.

De olika enheter som bygger upp apparaten utgörs av funktionella block, som vid tillverkning kan kontrolleras och vid underhåll utbytas var för sig.

Apparatens uppbyggnad visas i detalj i fig. 2.

Som tidigare nämnts består apparaten av två huvuddelar, insats (bottendel) och kåpa. Dessa två delar är proppbart förbundna med varandra och sammanhålls med tre skruvar.

APPARATENS INSATS
Apparatens insats består av följande delar:

- Stomme med packning
- Knappvalsmekanism
- Klykmekanism
- Registerinkallningsknapp (R)
- Transmissionsenhet
- Signaleringsenhet
- Apparatsnöre

Stomme med packning
Stommen, fig. 3, utgör den bärande delen för apparatens samtliga konstruktionselement. Stommen har utformats med hänsyn till de stora krav som ställs på mekanisk hållfasthet. Stommen är formsprutad i ABS-plast. Stommens färg är svart oberoende av kåpans färg.

För att skydda det underlag som apparaten placeras på, har stommens undersida försetts med en packning utförd i formsprutad polyuretanplast, ett material som icke påverkar eller missfärgar lackerade ytor.

Knappvalsmekanism
För det internationellt rekommenderade tonvalssystemet utvecklade LM Ericsson under 60-talet den knappvalsmekanism, fig. 4, som tidigare beskrivits i Ericsson Review'. Vid denna tidpunkt existerade ett flertal andra knappvalssystem med olika knappvalsmekanismer. Tillverkningsvolymerna per system var relativt små, vilket innebar att speciella knappsatsapparater blev tämligen dyra.

Vid utvecklingen av ERICOFON 700 blev därför grundprincipen att samma knappvalsmekanism skulle kunna utnyttjas för alla existerande automat-

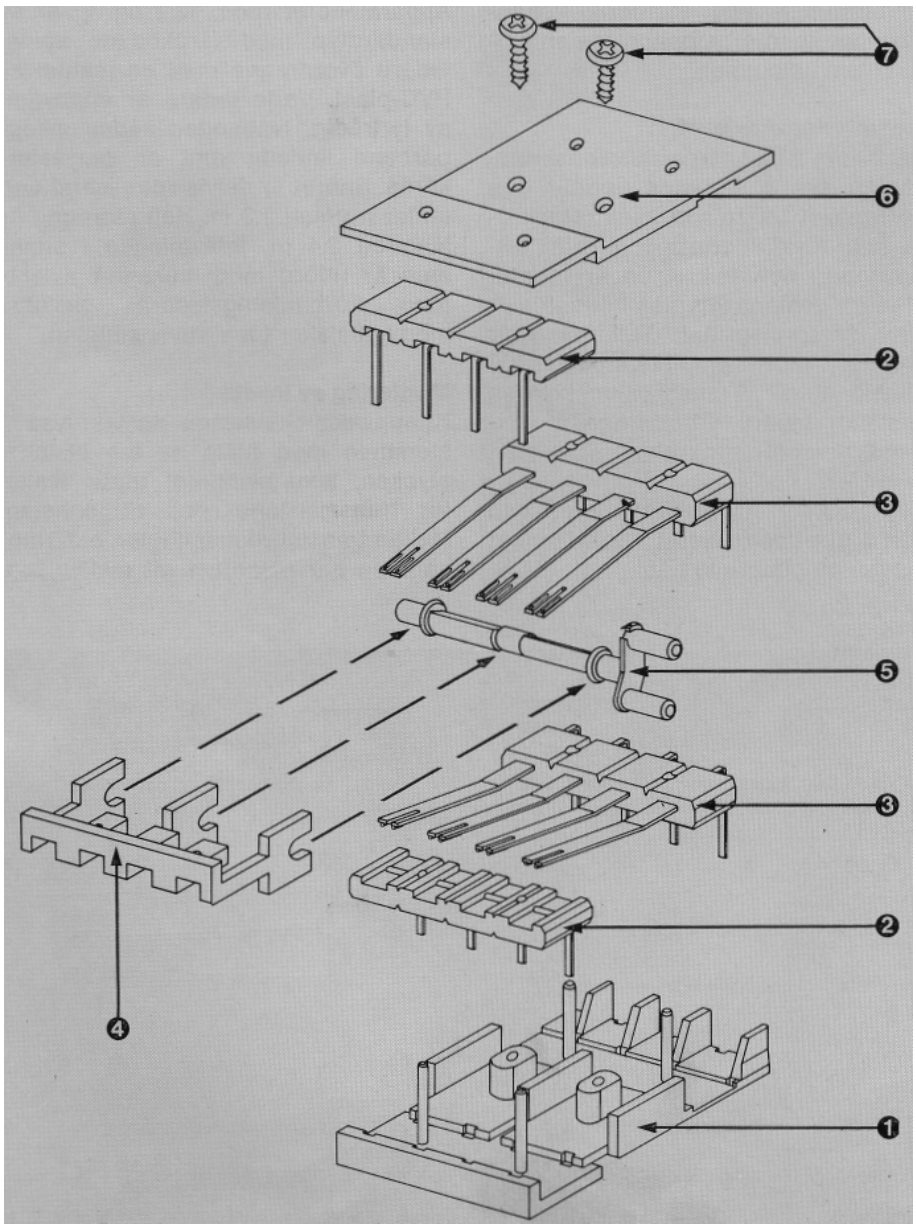
telefonsystem. Mekanismen arbetar efter samma principer som den för tonval. Knappsignalerna omvandlas i impulseringsenheten till de olika automattelefonsystemens signaleringskoder - tonval, likströmsimpulsering (i stället för fingerskiva) etc.

Klykmekanism

Klykmekanismen (fig. 5) påverkas i tre punkter, symmetriskt placerade kring knappvalsmekanismen, nämligen dels av en långsträckt tangent på apparatens framsida, vilken påverkar båda kopplingsstängerna och dels av två knappar i apparatens bakre del, som påverkar var sin kopplingsstång. Klykknapparnas vertikala rörelse överförs med hjälp av kopplingsstängerna till en vridningsrörelse, som överförs till klykfjädergruppens påverkningsorgan.

Fig. **6** Klykfjädergrupp

1 Stomme
2 Kontaktbleck
3 Kontaktfjädrar
4 Mellanlägg
5 Kamaxel
6 Lock
7 Skruv



Klykfjädergrupp

Önskemål om låg vikt på ERICOFON 700, komprimerat byggsätt och ett stort antal kontaktfunktioner medförde nykonstruktion av fjädergruppen. För denna hade följande konstruktionsförutsättningar uppställts:

- små dimensioner
- låg manöverkraft
- stor överrörelse före och efter kontakthändelser
- antalet kontaktfunktioner fyra växlingar, alternativt fyra kontinuerliga växlingar med krav på tidsföljd mellan kontakthändelserna
- konstruktionen anpassad för kretskortsmontage.

Fjädergruppen, fig. 6, innehåller fyra separata brytningar och fyra separata slutningar, som kan sammankopplas till kontinuitets-växlingar. Genom utbyte av kamaxel kan, inom ramen för åtta kontaktfunktioner, önskat antal slutningar, brytningar eller växlingar åstadkommas, fig. 7. Genom fjädergruppens konstruktion med vridbar kamaxel, som påverkar fjädrarna, ges möjlighet till stora överrörelser både före och efter kontakthändelserna utan att påverkningskraften eller fjäder-påkänningen därmed ökas. Genom lämplig utformning av kamaxeln får man önskade tidsförskjutningar mellan de olika kontakt-händelserna, fig. 11.

Men hänsyn till elektronik-kretsarnas låga spänningar används silverpalladiumkontakter.

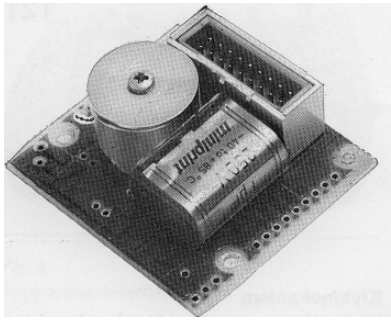


Fig. 10 Summerenhet

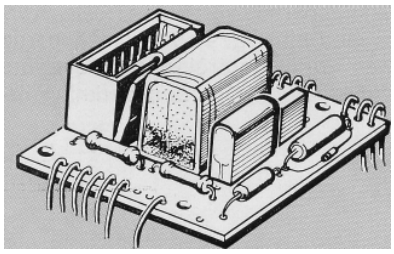


Fig. 9 Tonringningsenhet

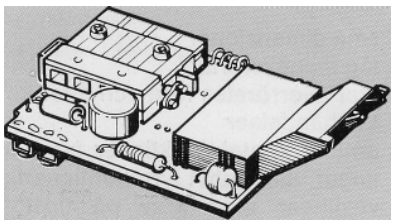


Fig. 8 Transmissionsenhet

Registerinkallningsknapp (R-knapp), nummerram
För att göra handhavandet av apparaten så enkelt som möjligt var det nödvändigt att minimera antalet funktionselement. Av detta skäl har nummerram och registerknapp kombinerats till en enhet.

Pos. 1 i fig. 2 visar knappen för registerinkallning. Nummerramen, pos. 2 är monterad över R-knappen och lagrad i sin ena ände. R-knappen påverkas genom att man trycker ned nummerramen i dess andra ände. I de fall, där R-knappen icke erfordras, är nummerramen fast monterad. Nummerramen monteras genom en snäppmekanism i stommen.

Transmissionskretsenhet
Pos. 3 i fig. 2 visar transmissionskretsenheten, fig. 8. Enheten uppbär den elektroniska talkretsen, elektretmikrofon och klykfjädergruppen. Elektretmikrofonen och talkretsen är monterade i ett gemensamt plasthölje. Plasthöljet är formsprutat. Talkretsen är skyddad mot amplitudmodulerade radiosignaler. Transmissionskretsen innehåller vidare erforderliga anslutningsskruvar för apparatsnöret.

Mönsterkortet är dubbelfolierat och utfört i glasfiberarmerat epoxylaminat med genompläterade hål.

Ringenhet
Ringenheten (pos. 4 i fig. 2) finns i tre alternativa utföranden, för tonringning, med elektromekanisk summer och som förbindningsenhet utan internt signalorgan (ett yttre från apparaten frikopplat signalorgan används). Ringenheten innehåller alltid den jack som förbinder apparatens insats med impulseringselektroniken och hörtelefonen, vilka placerats i apparatens kåpa. Enheten för tonringning visas i fig. 9 och enheten för elektromekanisk summer i fig. 10.

Apparatsnöre
Apparatsnöret (pos. 12 i fig. 2) är av standardtyp med färgkodade spinsledare överdragna med en mantel av PVC-plast. Varje ledare är uppbyggd av fyrtrådig, tvåbandad kadmiumkopparband lindade runt en polyesterkärna. Snöret är delvis spiraliserat och mäter normalt 1,3 m. Helt utdragen är längden 2,4 m. Infästningen i stommen är utförd med mekanisk avlastning. Förbindningsledarna avslutas med kabelskor för skruvanslutning.

Montering av insats
Knappvalsmekanismen fastskruvas i stommen med hjälp av två distansstycken, som samtidigt utgör fästen för transmissions- och ringenheten. Mellan transmissionsenheten och ringenheten har placerats ett mellanlägg,

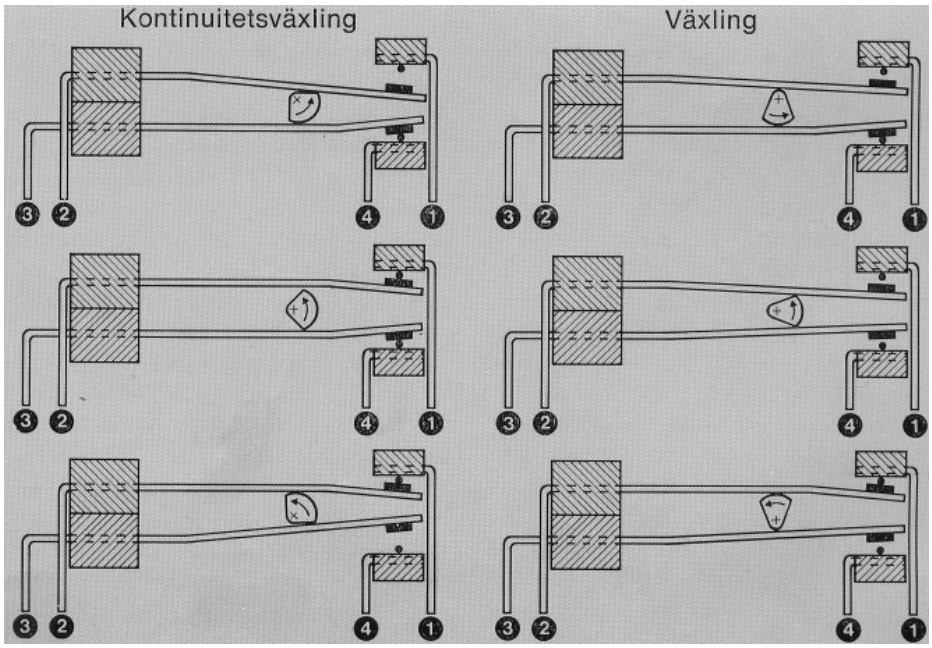


Fig. 7
Klykfjädergrupp, förbindningsschema

KONTINUITETSVÄXLING
2 och 3 eller I och 4 förbinds.
Vid vridning av kamaxeln sluter 1 och 2 innan 3 och 4 bryter.

VÄXLING
2 och 3 eller 1 och 4 förbinds.
Vid vridning av kamaxeln brytas 3 och 4 innan 1 och 2 sluter.

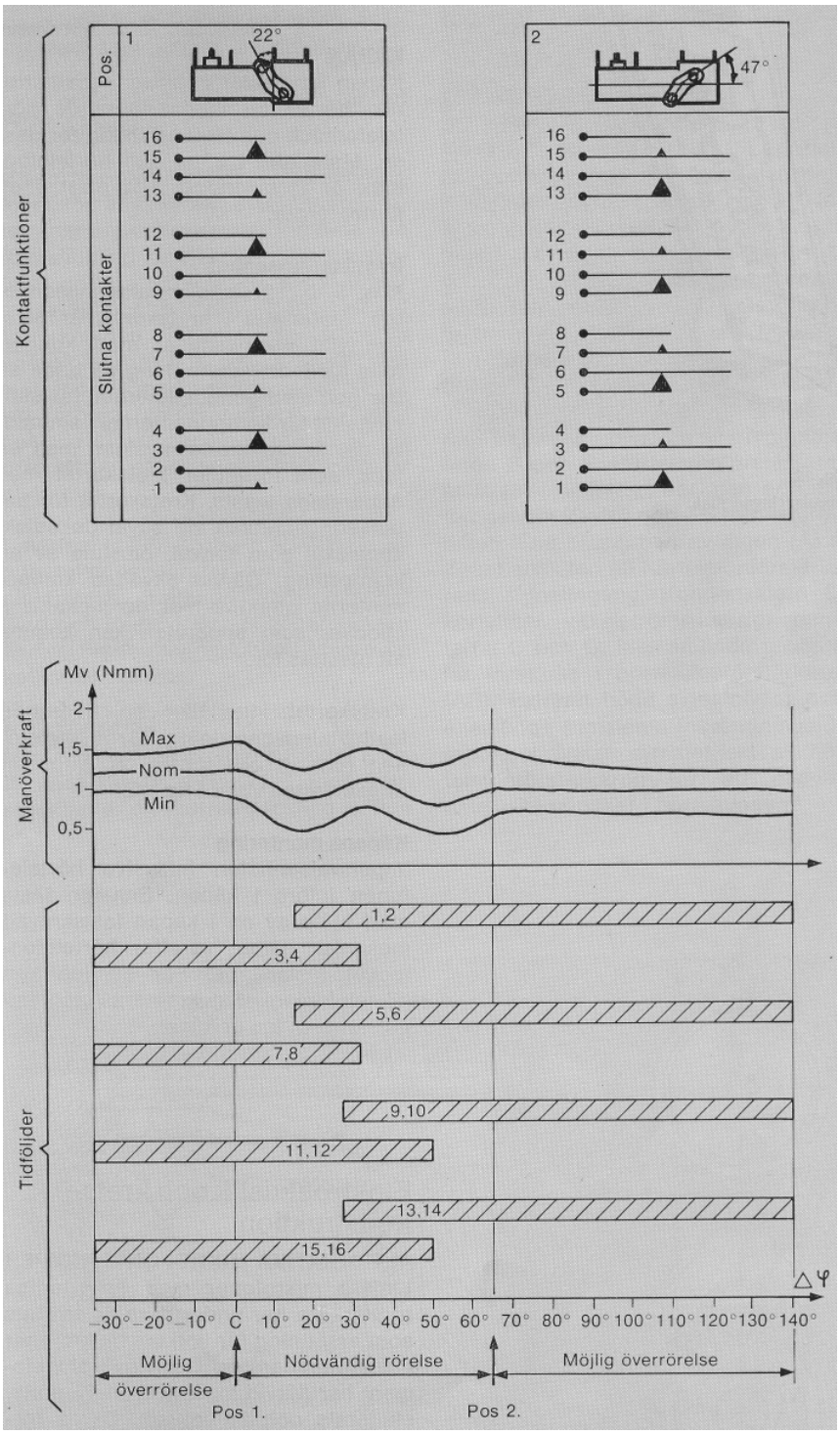


Fig. 11
Klykfjädergrupp, funkflonsscherna
Slutna kontakter
Vridningsvinkel för kamaxeln vid
vridning från läge I till 2

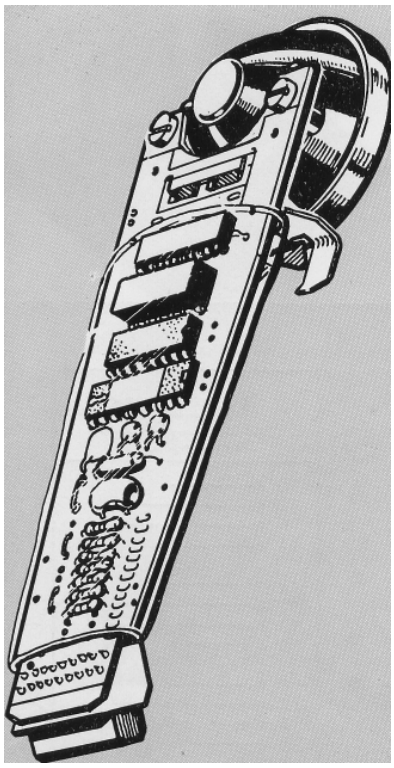


Fig. 12 Impulseringsenhet

som isolerar de två kretskorten från varandra.

KÅPAN

Kåpan innehåller impulserings-elektronik, hörtelefon med tillhörande hörtelefonlock och fästanordning för dessa. Materialet i kåpa och hörtelefonlock är formsprutad ABS-plast i ett flertal färger.

Impulseringsenhet

Pos. 5, fig. 2 visar impulserings-enheten. Materialet i kretskortet är glasfiberfylld epoxylaminat med kopparfolie för ledningsdragning på båda sidor och med genom-pläterade fastsättningshål för komponenterna. I sin nedre del är kretskortet avslutat med en jack, som förbinder kretskortet med apparatens insats. Kretskortet för impulseringskretsen vid såväl dekadiskt impulsval som tonval, omsluts av en krympslang. Därvid skyddas komponenterna effektivt mot de mekaniska chocker som apparaten kan komma att utsättas för.

Kretskortet innehåller en fjädrande fasthållningsanordning för hörtelefo-nen (pos. 6 och 7, fig. 2). Impulse-ringsenheten visas i fig. 12.

Kåpans montering

Impulsvalsenheten inklusive hör-telefonen införs i kåpan. Enheten fästs med hjälp av en i kåpan fastskruvad mekanisk fjäder, varefter hörtelefonlocket fast-snäpps. För service kan hörtelefon-locket demonteras och im-pulskretsen tas ur kåpan.

Elektroakustik och krets-konstruktion

ALTERNATIVA MIKROFONPRINCIPER

Linjära mikrofoner med erforderliga förstärkare har under flera år använts som ersättning för kolkornsmikrofoner i telefon-apparater. Olika mikrofonelement har därvid ingående analyserats, studerats och fältprovats. Deras för och nackdelar har vägts mot varandra. De elektroakustiska omvandlare, som för framtiden är lämpliga är i stort sett följande:

- elektromagnetiska
- elektrodynamiska
- elektretiska
- piezoelektriska

LM Ericsson har mer än 90-årig erfarenhet av den elektro-magnetiska omvandlaren som komponent i hörtelefoner. Det ligger därför nära till hands att använda samma element på såväl mikrofon-som hörtelefonsidan. I de fall volym och vikt är av underordnad betydelse erbjuder denna lösning vissa fördelar. Om man emellertid speciellt på mikrofonsidan efter-strävar en miniatyrisering och därvid väljer små elektrodynamiska eller elektromagnetiska element blir effektiviteten reducerad. Alternativt tvingas man att arbeta med ytterligt små luftgap i magnetkretsarna, varvid den mekaniska stabiliteten lätt äventyras. Väljer man lägre effektivitet, krävs ökad förstärkning, vilket kan vara svårt att uppnå distorsionsfritt med hänsyn till tillgänglig likströmseffekt.

Elektreter och piezoelektriska element har flera gemensamma egenskaper. De kan utföras starkt miniatyriserade med bibehållen hög effektivitet och de kan tillverkas till relativt låg kostnad. Nackdelen med piezoelement i form av keramisk platta är dess känslighet för mekaniska stötar och vibrationer. Vidare har det piezokeramiska elementet en kraftigt utbildad resonansfrekvens, vilket kan orsaka konstruktiva svårigheter vid dimensionering av mikrofonens frekvenskurva.

Elektretelementet är okänsligt för mekaniska vibrationer. Det är lätt att med enkla konstruktiva åtgärder få en önskad frekvenskurva. Material-kostnaden för elementet är låg. Den nackdel som elektretelement tidigare haft är en viss känslighet för förhöjd temperatur och fukt. Men hänsyn till elektretmikrofonens övervägande positiva egenskaper beslutade LM Ericsson tillsammans med svenska televerket att ge-mensamt vidareutveckla elektret-principen med målsättningen att eliminera nackdelarna vid förhöjd temperatur och fukt.

Elektretmikrofon

Elektretmikrofonen, fig. 13, är till sin princip en kondensatormikrofon, där

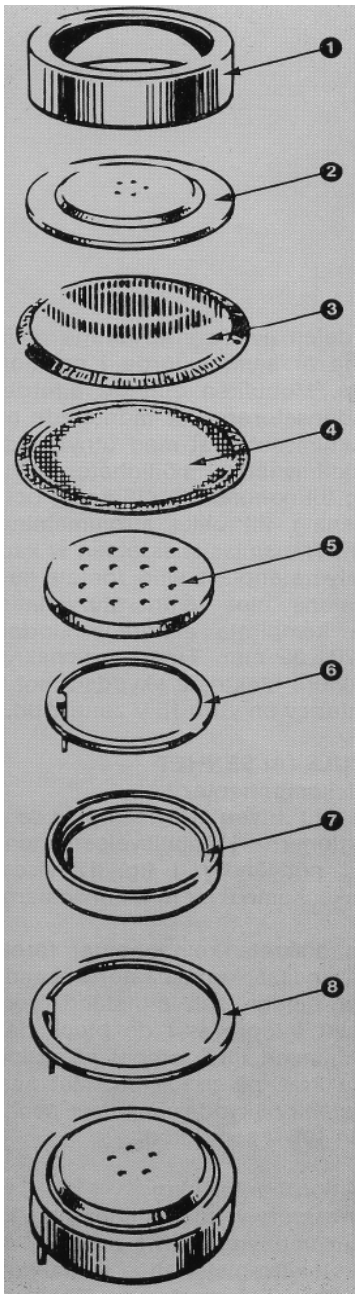


Fig. 13 Elektretmikrofon

1. Hölje
2. Skyddslock
3. Membran
4. Elektretfolie
5. Elektrod
6. Kontaktring
7. Stomme
8. Kontaktring

det elektriska fältet alstras av en laddning i membranmaterialet i stället för av en utifrån pålagd likspänning. Själva elektreten utgörs av ett dielektrikum, som bibehåller en elektrisk laddning efter att ha varit utsatt för ett kraftigt elektriskt fält.

Utvecklingsarbetet för elektretmikrofoner för användning i telefonapparater har huvudsakligen inriktats på framställning av elektreter med garanterat goda åldringsegenskaper under svåra miljöbetingelser. Genom att vid tillverkningen jämföra de mätbara egenskaperna hos själva elektreten med mikrofonelementets egenskaper vid förhöjd temperatur och fuktighet och vid starkt accelererade prov har man fått en säker kontrollmöjlighet av elektreten.

I normal miljö i vilken 90-95% av alla telefonapparater används, torde elektretens livslängd vara oändligt lång och under svåra miljöbetingelser är livslängden mångdubbelt längre än kolkornskapselns.

HÖRTELEFON

Hörtelefonens uppbyggnad (pos. 7 fig. 2) visas i detalj i fig. 14. Denna konstruktion är en vidareutveckling av den traditionella tvåpols elektromagnetiska hörtelefonen och av samma typ som sedan några år används i DIALOG.

TRANSMISSIONSKRETS

Schemat för apparatens transmissionskrets framgår av fig. 15. I princip är kretsen byggd som en balanserad Wheatstonebrygga med lokallinjen ansluten vid punkterna A och B. Lokallinjen (ZL) utgör därvid en av bryggarmarna. Två av bryggarmarna består av resistanser (Z1 och Z2). Den fjärde bryggarmen bildas av balansimpedansen ZB som inom vissa gränser efterbildar ZL. Bryggan är balanserad när ZL : ZB = Z1 : Z2. Mikrofonförstärkarens utgång är ansluten till bryggpunkterna B och E. Hörtelefonförstärkaren är likströmsmässigt ansluten och matad genom Z1, Z2 och ZB från telefonlinjen. Ena branschen av linjen (A) är direkt ansluten till hörtelefonförstärkarens signalingång. Kondensatorn Cl kortsluter växelströmsmässigt punkterna C och D. Inkommande talsignaler förstärks i hörtelefonförstärkaren (AR). Extremt höga signalnivåer och/eller höga transienta insvängningsförlopp begränsas symmetriskt av hörtelefonförstärkaren för att undvika akustiska chocker i hörtelefonen.

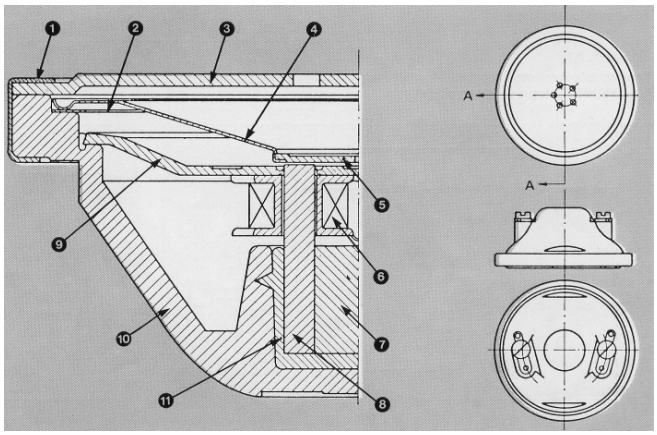


Fig. 14 Hörtelefon

1. Mantel
2. Distansring
3. Skyddlock
4. Membran
5. Ankare
6. Spole
7. Magnet
8. Polstycke
9. Platta
10. Stomme
11. Smältmetall

Mikrofonsignalen förstärks i mikrofonförstärkaren (AM) och matas ut på linjen i punkterna B och E, som också utgör matningspunkter för likströmmen till mikrofonförstärkaren.

Den i ERICOFON 700 introducerade talkretsen saknar transmissionsreglering. Men eftersom mikrofonens strömmatningsförlust är eliminerad (konstant förstärkning för likströmmar från 100 mA ner till < 10 mA) är transmissionsegenskaperna för den icke reglerade kretsen överlägsna den traditionella kolkornsapparatens. En ytterligare förbättring av apparatens transmissionsegenskaper kan uppnås genom att införa en reglering av sändnings- och mottagningsnivån, som kompenserar abonnentledningens talfrekvensdämpning enligt följande princip.
En konstant sändnings- eller mottagningsnivå oberoende av lokalledningens dämpning får man genom att införa dämpningsnät Z3 resp. Z4, fig. 16. Impedanserna Z3 resp. Z4 ger variabla värden som funktion av linjens likström. Vid hög linjeström, dvs. kort linje, är impedansen låg och nivån till mikrofon- resp. hörtelefonförstärkaren är dämpad. När linjelängden ökar och likströmmen minskar, ökar impedansen i shuntkretsarna, varvid en konstant av linjelängden oberoende nivå erhålls i lokalstationen vid sändning resp. i hörtelefonen vid mottagning. Samtliga halvledarelement för mikrofon och hörtelefonförstärkaren samt för transmissionsregleringen och huvuddelen av de erforderliga resistanserna är sammanförda i en monolitkrets. Monoliten och de erforderliga kondensatorerna är monterade på ett tjockfilmssubstrat med utnyttjande av tjockfilmsnätets möjligheter för trimning till nominell förstärkning och anpassning till olika strömmatningssystem. Transmissionskretsen är kapslad i polyuretanplast vald för att ge god resistans mot temperaturvariationer. Den kompletta enhetens storlek är 7X20X35 mm. Transmissionskretsen är vidare elektriskt skyddad mot transienter av en yttre 15 V zenerdiod.

IMPULS VALSENHET

Kretskomponenter

En långt driven integrering av de olika funktionerna i impulsvalsenheten har blivit nödvändig. I fig. 17 visas ett blockschema över funktionsdelarna.

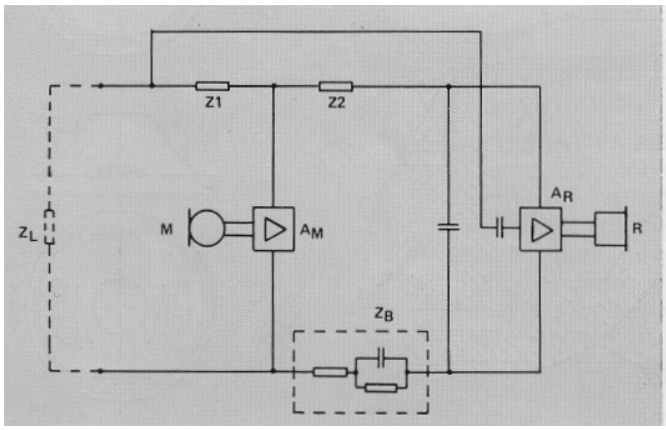
Som diskreta komponenter förekommer endast kondensatorer samt sådana dioder och motstånd, som ej kunnat integreras i de block där de hör hemma till exempel på grund av stora krav på precision. Mot snabba transienter skyddas impulsvalsenheten av en 100 V zenerdiod.

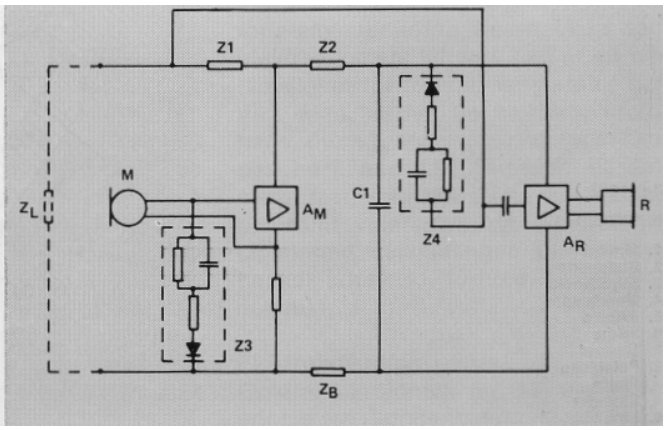
Funktionsbeskrivning

Minneskretsen med tillhörande logik, V1, är uppbyggd kring ett 4-fas dynamiskt skiftregister med kapacitet för 20 siffror. Två av de fyra klockpulserna (01 och 03) kommer från klock- och styrkretsen V4 och de andra två (02 och 04) genereras internt i V1. Logiknivåerna ligger på 0 och -4 V.

Fig. 15
Transmissionsschema

Fig. 16 (t. h.)
Transmissionsschema med automatisk nivåkontroll. Sändning och mottagning





Sifferinformationen från knappsatsen kommer på ingångarna P1-P4 och samtidigt ger knappsatsens gemensamma kontakt en styrsignal till antistudslogiken via P5.

Antistudsskyddet innebär en 5 ms fördröjning, innan sifferkoden tas emot för avkodning och verifiering. Utmatningen av impulser startar omedelbart sedan den först inmatade siffran har accepterats. Ett särskilt register (markerare) kontrollerar att siffrorna matas ut i rätt ordning.

Utsignalerna består dels av en styrsignal till den switch som kopplar bort transmissionskretsen, och dels av triggsignaler till impulseringsswitchen.

Genom yttre bygling kan alla aktuella frekvenser och bryt-slutförhållanden erhållas.

Oscillatorn, 10, svänger vid 4 V med 18 kHz frekvens. Den ger dels triggsignaler till 12 för klockpulserna 01 och 03 och dels matning till kaskadgeneratorn, 11.

Kaskadgeneratorn, är en diodkapacitansstege, som transformerar 4 V växelspänning till 15 V likspänning för matning av nollställnings- och pulsformningskrets.

Nollställnings- och pulsformningskretsen 12 ger 15 V klockpulser med de tillräckligt snabba stig- och falltider, som minnesenheten behöver. Den innehåller också en nollställningskrets, som först av allt tömmer minnet på sådan, förmodligen felaktig information, som kretsen av misstag kan ha registrerat innan arbetsspänningen kommit upp till sitt specificerade värde (12,5 V). Därigenom säkerställs att den information som inmatats i minnet blir korrekt.

Linjeanpassningskretsen 6, består av transistorswitchar, som dels kopplar bort transmissionskretsen och dels impulserar.

Transmissionsswitchen är normalt ledande. Impulseringsswitchen är i sitt strypta läge tillräckligt ledande för att kunna hålla viss laddning i den kondensator som driver oscillatorn under impulsering och för att styra ut transmissionsswitchen. Denna "läckning" över linjen tar upp till ca 1 mA av

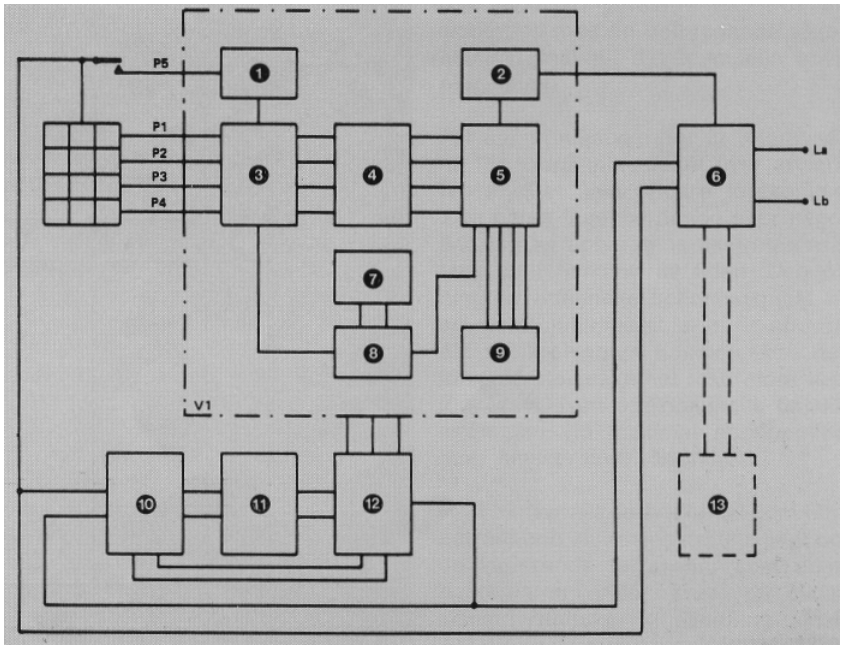


Fig. 17 Impulseringsenhet. Blockschema

1. Kontaktstudslogik
2. Utmätningslogik
3. Ingångsavkodare
4. 4X20 bitars skiftregister
5. Sekundär frekvensdelare
6. Linjeanpassningskrets
7. Kontrollregister
8. Styrlogik
9. Primär frekvensdelare och mellanskiftespauslogik
10. RC oscillator
11. Kaskadgenerator
12. Nollställnings- och pulsformningskrets
13. Transmissionskrets

linjeströmmen. Växelströmsmässigt shuntas linjen därvid med ca 100 kohm. För att upprätthålla denna täckning får spänningen mellan transmissionsswitchens utgång och Lb inte understiga 2,5 V. Transmissionskretsen kan vid höga talnivåer momentant gå ned till 1 V. Därför har två dioder inkopplats i serie med transmissionsswitchens utgång. Det spänningsfall som impulseringsenheten på detta vis introducerar i serie med transmissionskretsen blir mindre än 2 V (två dioder+bottenspänningen i ett darlingtonsteg). Dessutom finns ett motstånd på ca 25 ohm, som ingår i överspänningsskyddet. Detta begränsar även strömmen genom transmissionskretsen till högst 200 mA.

Impulseringskretsarna ligger i en tjockfilmskrets och i denna ingår också en reglerfunktion för att under impulsering hålla kondensatorspänningen på 4 V.

Tonringningskrets

Som tidigare nämnts har ERICOFON 700 utförts med alternativa signalorgan. Apparaten kan givetvis anslutas till varje förekommande form av externt signalorgan. De i apparaten inbyggda signalorganen är antingen en elektromagnetisk summer eller en tonringningskrets. I utförandet med tonringningskrets används apparatens hörtelefon som signalgivare.

Tonringningskretsens elektronik har sammanförts på en integrerad tjockfilmskrets. De för kretsen erforderliga kondensatorerna är monterade som diskreta komponenter i anslutning till tjockfilmskretsen. Tonringningskretsens schema framgår av fig. 18.

Kondensatorn Cl och dioderna D3D4 bildar en spänningsfördubblare. Signalen är modulerad med ringfrekvensen och kondensatorn Cl påverkar också modulationsgraden. Dioderna Dl och D2 ger kretsen en hög impedans för låga signaler (talsignaler) så att den ej belastar transmissionskretsen. Genom att hörtelefonen används som signalorgan har man infört en zenerdiod D5, som begränsar utnivån till hörtelefonen. Olika värde på zenerdioden ger därför olika akustiska utnivåer.

R8-C5 ger en fördröjning av starten med 100 ms för att minska medpingling och andra oönskade ljud. Sedan V4 öppnat, arbetar resten av kretsen som en relaxationsoscillator.

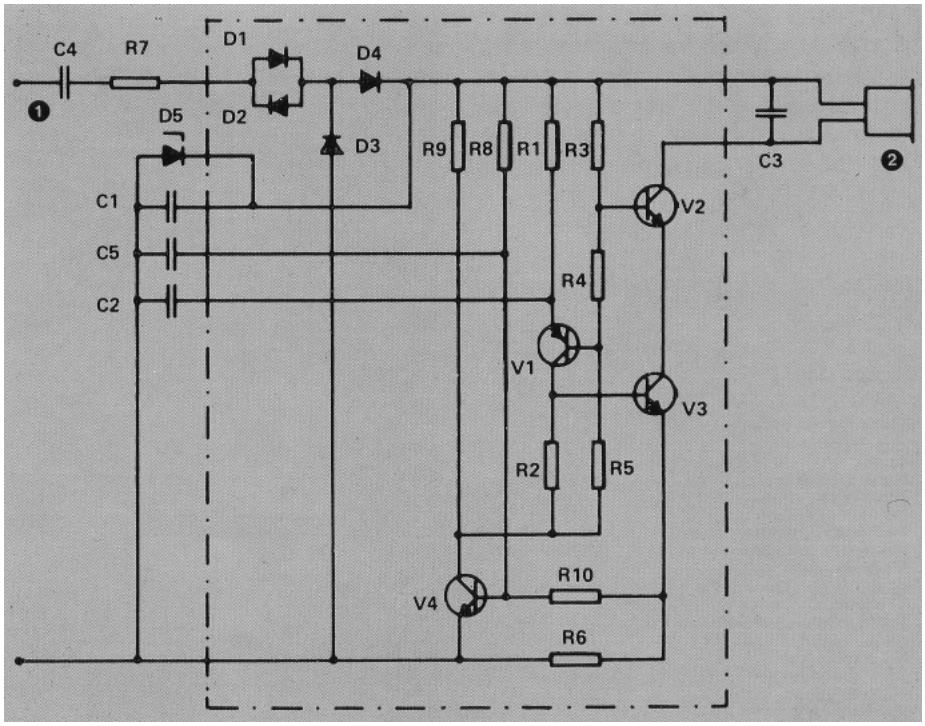


Fig. 18 Tonringningsenhet

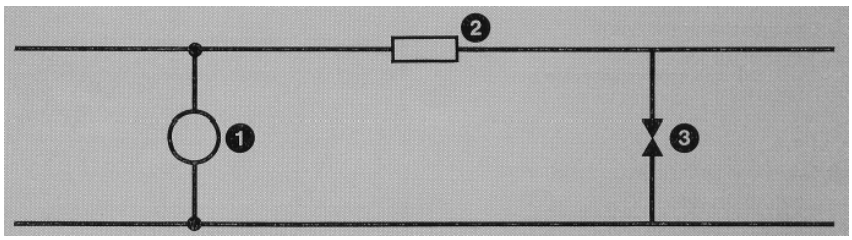


Fig. 19 Överspänningsskydd

1 Glimrör
2 Dämpmotstånd
3 Zenerdiod

Oscillatorn ger nästan en fyrkantvåg med frekvensen ca 750 Hz. Frekvensen kan påverkas med kondensatorn C2 och övertonshalten med C3. Startspänningen för jämn och tydlig signal uppgår till ca 20 V för tonringaren i lågimpedansutförande och till ca 40 V för tonringaren i högimpedansutförande (parallellkopplad med linjen).

Överspännings- och transientskydd

En elektronikapparat kräver självklart en annan typ av överspänningsskydd än vad som är nödvändigt för en konventionell telefonapparat. Vidare finns en viss risk för att icke-linjära element med hög impedans i kretsarna kan detektera amplitudmodulerade radiofrekvenser. Speciell uppmärksamhet har därför ägnats åt att eliminera såväl överspänningsskador som radiodetektering.

Skydd mot radiodetektering

Ett oundvikligt problem när halvledande element av hög impedans ingår i telefonapparater är den detektering av radiosignaler som kan inträffa i dessa komponenter. Erfarenheter från fältprov i olika delar av Skandinavien visar att huvudproblemet är inducerade störningar mellan telefonlinjen och jordpotentialen och i huvudsak för radiofrekvenser inom området 0,25-1 MHz. Denna risk för störningar har effektivt eliminerats i ERICOFON 700 genom följande åtgärder:

- Mikrofon och förstärkare har placerats i direkt anslutning till varandra
- Mikrofon och talkretsenhet är inneslutna i ett skärmat hölje
- Avkoppling har införts över de komponenter, där radiodetektering kan inträffa och på ett eller annat sätt bli matad ut på linjen eller in på egen hörtelefon.

Genom dessa åtgärder är apparaten väl skyddad mot störningar förorsakade av radiodetektering för signaler inom området 0,15-30 MHz.

Överspänningsskydd

Elektronikkretsar i telefonapparaten måste effektivt skyddas mot två typer av överspänningar, dels de tämligen höga transientspänningar med kort varaktighet, som förorsakas av växelsystemet och dels de spänningspulser med väsentligt längre varaktighet som induceras över telefonlinjen.

En konventionell zenerdiod är icke tillfyllest som skydd för dessa båda typer av överspänningar. ERICOFON 700 har därför försetts med ett överspänningsskydd enligt fig. 19.

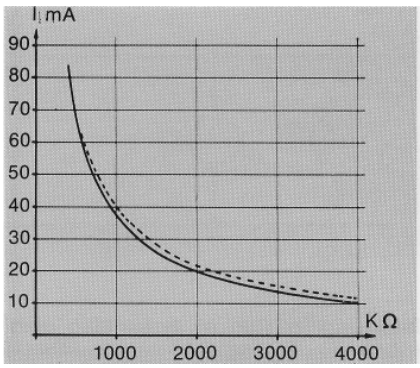
Funktionsegenskaper

Likströmsegenskaper

För att tilldela abonnentlinjen så stor del som möjligt av slingresistansen har konventionella telefonapparater med kolkornsmikrofon utförts så lågohmiga som möjligt. Nominella likströmsresistansen har i dessa fall varit i storleksordningen 100-300 ohm. Eftersom de likströmmar som är nödvändiga för linjereläts funktion i telefonväxelsystemen är i storleksordningen 10-20 mA, har det nominella spänningsfallet för kolkornsapparaten satts vid endast ca 4-2 V vid lång abonnentledning. I denna likströmsslinga har kolkornsmikrofonens resistans ingått. Eftersom även kolkornsmikrofoner av hög kvalitet har ett visst lägesberoende och eftersom det förekommer en viss ökning av resistansen som funktion av tiden, är de mottagande organen i växeln - linjerelä och impulseringsrelä - oftast dimensionerade med en betryggande säkerhetsmarginal till det nominella spänningsfallet.

För elektronikapparater är toleranserna för likspänningsfallet över apparaten mycket små. Vidare förekommer icke något lägesberoende eller någon ändring av apparatens likströmsresistans som funktion av tiden. Den ökning av nominella spänningsfallet för en elektronikapparat, som är nödvändig för kretsarnas funktion, kan därför med stor säkerhet icke störa telefonväxeln även om nominella linjelikströmmen vid maximal abonnentledning minskar med någon mA.

Med hänsyn till de önskemål som finns beträffande distorsionsfri talsignal och de varierande talvolymer som abonnenterna använder, krävs en distorsionsfri uteffekt vid sändning av ca +2 dBm vilket motsvarar en utgångs-



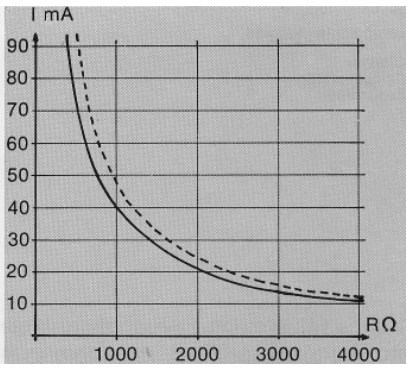


Fig. 20
Likströmsegenskaper (talläge)

----- ERICOFON 700
- - -DIALOG med kolkornsmikrofon och fingerskiva

Fig. 21 (t. h.)
Likströmsegenskaper (impulseringsläge)

----ERICOFON 700
- - -DIALOG med kolkornsmikrofon och fingerskiva

spänning av ca 3 V. Detta kräver en arbetsspänning hos förstärkarna på ca 6 V.

Eftersom också ett polaritetsskydd erfordras får man ett lägsta likspänningsfall över apparaten av ca 7,5 V, vilket motsvarar en apparatresistans vid 20 mA av 350-400 ohm. Apparatens likström som funktion av matningsresistansen (linjeresistansen och strömmatningsresistansen) vid talläge framgår av fig. 20 och vid dekadisk impulsering av fig. 21. Som jämförelse visas motsvarande för en konventionell kolkornsapparat (DIALOG). Som syns är nominella skillnaden i likström mellan de två apparattyperna mycket liten trots att nominella spänningsfallet över elektronikapparaten är högre.

Transmissionsegenskaper

Som tidigare nämnts är ERICOFON 700 utförd med elektronisk talkrets och elektretmikrofon. Jämfört med konventionella telefonapparater med kolkornsmikrofon uppvisar ERICOFON 700 en serie förbättringar såsom

- konstant sändningskänslighet
- förbättrad sidotonsnivå
- förbättrad apparatimpedans
- helt eliminerad sändningsdistorsion
- eliminerade strömmatningsförluster.

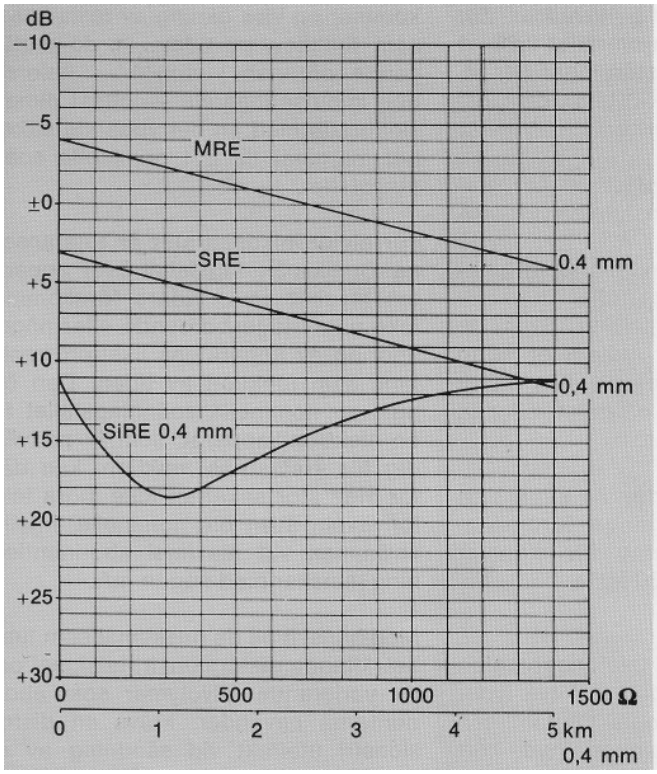
Uttrycks transmissionsegenskaperna i referensekvivalenter rel. NOSFER visar det sig att sändnings- och mottagningsegenskaperna för en elektronikapparat har betydande förutsättningar att uppnå optimala eller specificerade värden.

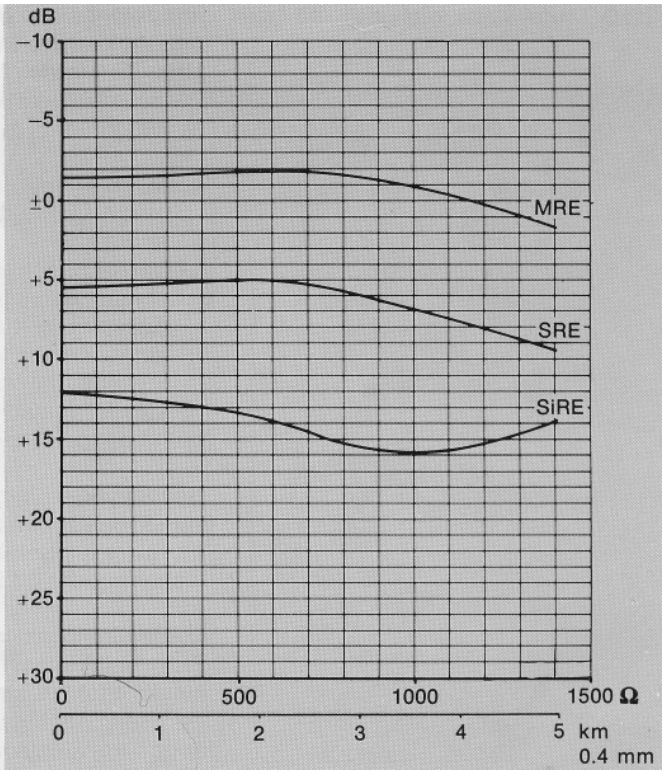
För utförandet utan speciell transmissionsreglering har valts i fig. 22 redovisade värden för apparatens

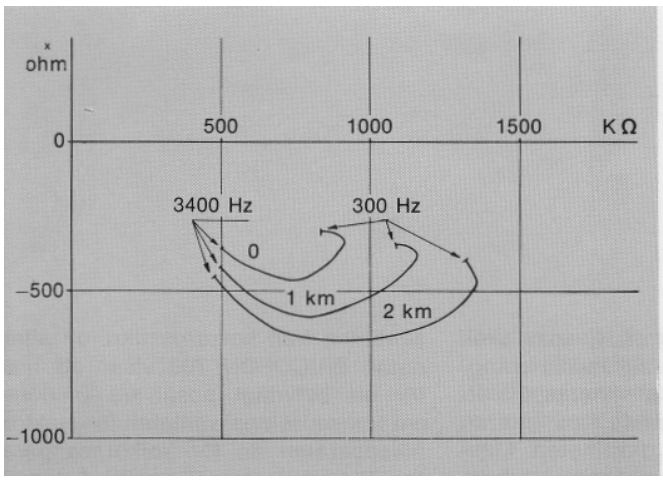
Fig. 22
Referensekvivalenter rel. NOSFER utan transmissionsreglering

SRE Sändning
MRE Mottagning
SIRE Sidoton

Fig. 23 (t. h.)
Referensekvivalenter rel. NOSFER med automatisk transmissionsreglering







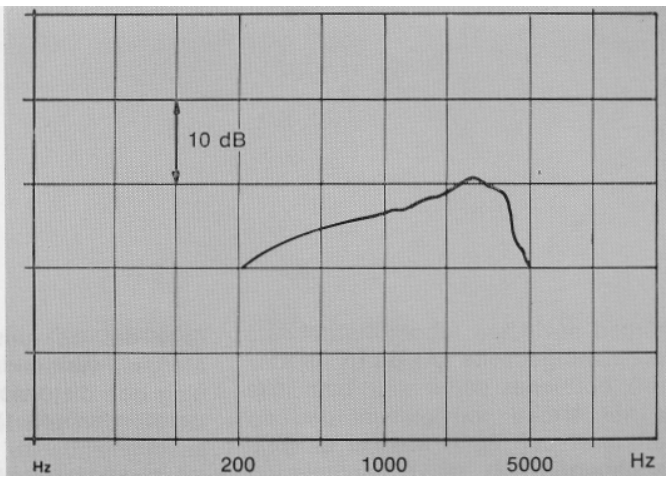


Fig. 24
Telefonapparatens och lokallinjens impedans

Fig. 25 (t. h.)
Frekvenskurva vid sändning

referensekvivalenter vid sändning, mottagning och sidoton. Vid 0 ohms linje är SRE +3 dB, MRE -4 och SiRE > 10 dB. För utförande med transmissionsreglering vid sändning och mottagning har valts de värden som framgår av fig. 23. Där visas SRE vid sändning, mottagning och sidoton som funktion av linjeresistansen inkl. dämpning vid 0,4 mm lokallinje.

I fallet med transmissionsreglering är, som framgår av figuren, telefonapparatens effektivitet oberoende av typ och längd på lokalkabeln.

Taltransmissionskretsen är utförd så att den impedans som ERICOFON 700 uppvisar, är i stort sett identisk med balanskretsens impedans. Eftersom balanskretsen mycket nära kan efterbilda lokalkabelns impedans, har man valt att dimensionera balansimpedansen för de linjelängder som majoriteten av abonnenterna är anslutna till, nämligen 0-ca 2 km. Detta innebär att telefonapparatens impedans till fasvinkel och absolutbelopp är av samma typ och har samma värde som lokalkabelns impedans. Sett från lokalstationen är därför impedansvariationerna för olika linjelängd inkl. 0 ohm linje, väsentligt mindre än vad som gäller för konventionella telefonapparater, fig. 24.

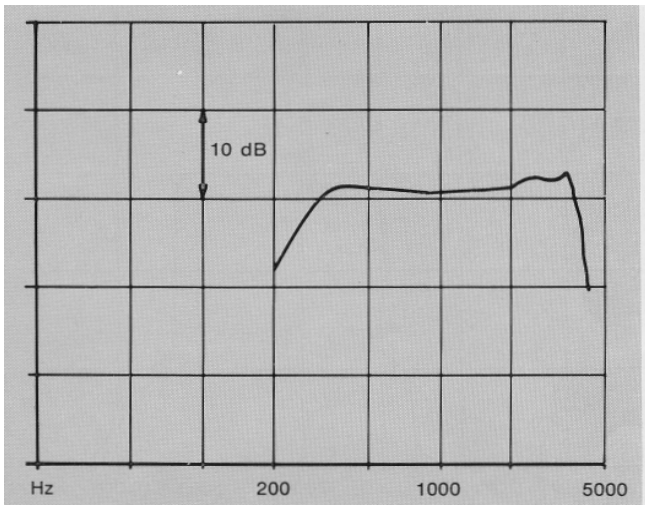
Apparatens frekvenskurvor vid sändning visas i fig. 25 och vid mottagning i fig. 26. Frekvenskurvan vid mottagning är rak och oberoende av frekvensen under det att frekvenskurvan vid sändning stiger med stigande frekvens för att kompensera för dämpningsdistorsionen i lokallinjen.

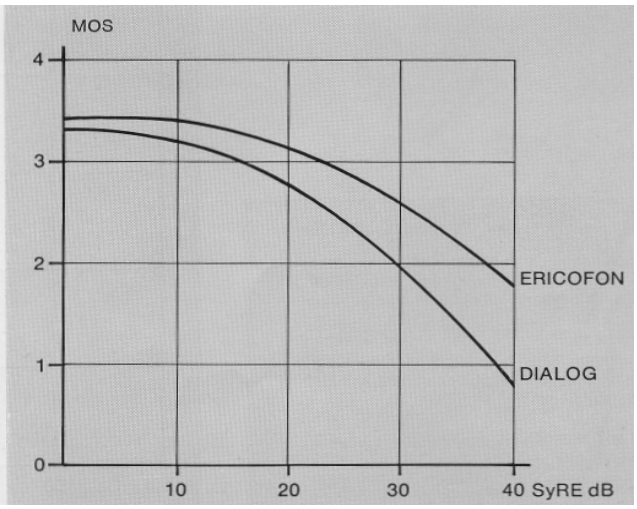
Transmissionskvaliteten för ERICOFON 700 vad gäller ljudåtergivning är betydligt bättre än vad som kan uppnås med kolkornsmikrofon.

Det är väl känt att man vid ljudåtergivning med höga kvalitetskrav måste använda en mikrofon med den svängande massan reducerad till ett minimum. Mikrofonen kan då dimensioneras så att dess egenresonans ligger

Fig. 26
Frekvenskurva vid mottagning

Fig. 27 (t. h.)
Medelbedömningstal (MOS) som funktion av systemreferensekvivalenten (SyRE)
ERICOFON 700: $y = 3{,}43 - 0{,}00133\,(x-5)^2$
DIALOG $y = 3{,}31 - 0{,}00175\,(x-2{,}14)^2$





över det frekvensområde som skall återges, varigenom all pulsförvrängning och distorsion elimineras. I stället blir den efterföljande förstärkaren bestämmande för ljudkvaliteten. Massan hos elektretmikrofonens membran är hos ERICOFON mycket liten, systemets egenresonans hög och ligger långt över det återgivna frekvensbandet för tal. Elektretmikrofonen ger därför en absolut naturtrogen återgivning av talet. Med de vedertagna metoder som för närvarande används för att karakterisera en telefonapparats transmissionskvalitet, är det svårt att ange denna kvalitetsförbättring även om den omedelbart är tydligt märkbar vid praktisk användning.

För att undersöka i vilken utsträckning abonnenter uppmärksammar eller tillgodogör sig denna förbättrade kvalitet har bedömningsprov genomförts. Dessa prov hade formen av konversationsprov och utfördes med användning av ERICOFON 700 och DIALOG med kolkornsmikrofon.

Abonnenterna har därvid utväxlat telefonsamtal över varierande linjedämpningar och sedan avgivit ett allmänt omdöme om förbindelsens kvalitet enligt en 5-gradig skala, där 5 = utmärkt, 4 = god, 3 = tillfredsställande, 2 = mindre god och 1 = dålig. Skillnaden i medelbedömningstal vid sändning från kolkornsmikrofon alternativt ERICOFON 700 visar att man får ett betydligt positivare omdöme om transmissionskvaliteten för elektronikapparaten än för kolkornsapparaten. Vid högre linjedämpning fick man samma bedömningstal för ERICOFON 700 vid 6-10 dB högre linjedämpning jämfört med kolkorns-DIALOG. Dessa 6-10 dB kan sägas vara ett mått på värdet av den förbättrade taltransmissionskvaliteten vid samma värde på apparatens referensekvivalenter rel. NOSFER, fig. 27.

Tonringning

ERICOFON 700 har som standard försetts med en elektronisk tonringningskrets. Beroende på att olika telefonadministrationer har olika inkopplingsföreskrifter finns kretsen dels i lågohmigt utförande för de fall ringkretsen är bortkopplad när apparaten är i transmissionsläge och dels i högohmigt utförande för de fall ringkretsen är fast inkopplad över linjen.

Tonringningskretsen kännetecknas av

- små dimensioner
- genomträngande men ändå angenämt ljud
- god känslighet för ringfrekvens 20-60 Hz

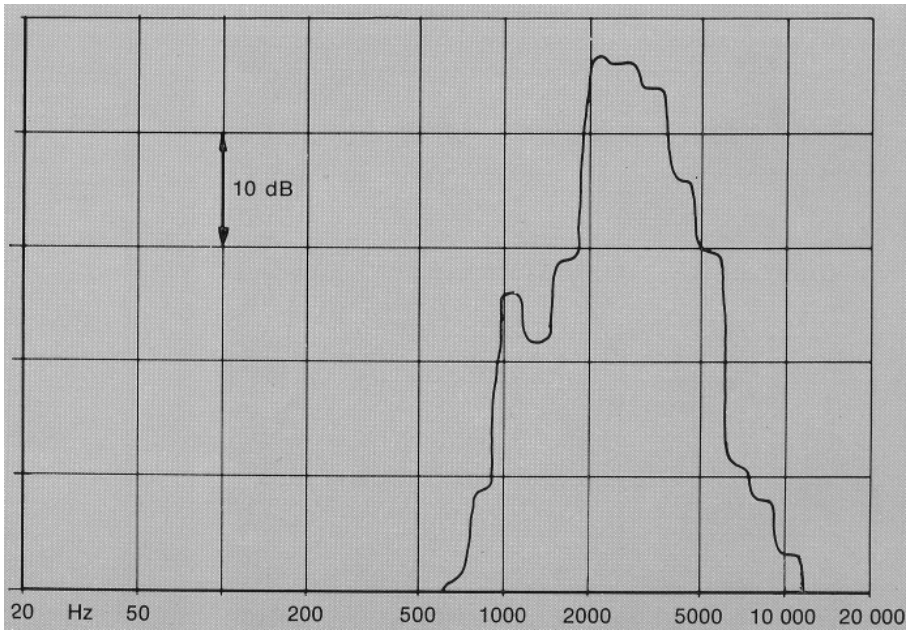


Fig. 28Tonringning. Frekvensspektrum

- maximalt skydd för "medpingling" vid parallellkoppling med andra fingerskivsapparater
- hög impedans för talfrekvenser.

Tonringning har under många år använts i ERICOFON. Därvid har apparatens hörtelefon använts som ljudkälla. Samma princip har tillämpats för ERICOFON 700. Jämfört med tidigare utföranden har man i den nya konstruktionen eftersträvat en något annorlunda ljudkaraktär med ett betydligt bredare frekvensspektrum. Tonen utgörs av en pulsmodulerad tonfrekvenssignal. Långtidsmedelvärde av frekvensspektret återges i fig. 28. Som framgår av ljudspektret innehåller signalen frekvenskomponenter från 700 till 10000 Hz. Med detta breda frekvensspektrum får man samma möjlighet att bland flera apparater lokalisera en apparat med tonringning som en med konventionell klocka. Vidare är de lägre frekvenserna särskilt viktiga för personer med hörselskador.

Ringsignalens nivå uppgår maximalt *till ca 80 dB (A) rel. 2X10^{-5} Pa mätt på* 1 meters avstånd från apparaten. För standardutförandet har nivån begränsats till 70 dB (A). Nivåbegränsningen sker med hjälp av en zenerdiod. Denna begränsning har införts för att undvika extremt höga ljudnivåer från hörtelefonen i de fall hörtelefonen hålls mot örat och klykan samtidigt hålls nedtryckt när en ringsignal uppträder. Detta tillstånd är extremt osannolikt eftersom hörtelefonen ERICOFON 700, till skillnad från tvåstycksapparaten, hålls långt från örat vid impulsering.

Sammanfattning

I artikeln har den konstruktiva uppbyggnaden och egenskaperna för LM Ericssons första elektronikapparat ERICOFON 700 presenterats. ERICOFON är en sedan länge känd produkt från LM Ericsson med positiva egenskaper i form av låg vikt, bekvämt handhavande, litet platsbehov och utmärkta transmissionsegenskaper. Dessa egenskaper återfinnes i den nya produkten i vilken man utnyttjat den moderna teknikens alla möjligheter.

Referenser

1. Billing, *R.: Knappsats för telefonapparater med tonval.* Ericsson Rev. 46 (1969):2, s. 49-58.
2. *Boeryd, A.: Elektronik i telefonapparater*, Ericsson Rev. 51 (1974): 1, s. 2-12.
3. Hedman, *J. 0.: Elektretmikrofon - en ny mikrofon för telefoni.* TELE 4/1975.
4. *Gleiss, N.: Kolmikrofoner och linjära mikrofoner - en jämförelse.* TELE *4/1975.*