

POPULÄR

RADIO

tidskrift för radio, television och elektroakustik

Tonkontroll

med höjning och sänkning av bas och diskant
Av civilingenjör G. Assarsson

Sekundäremissionen

och dess praktiska utnyttjande
Av teknolog Nils Hunnefelt

Fjärrmanövrering,

höjdmätning samt upptäckande av osynliga
flygplan med hjälp av radion
Av civilingenjör Bengt Svedberg

Populär Radios nomogram

En serie nomogram, som möjliggöra enkla
beräkningar inom radiotekniken. Av stort in-
teresse för servicemän och amatörer
Av ingenjör Uno Johansson

Radioteknisk revy

Modern permeabilitetsavstämning

1941

12

december

50 öre



Viktigt meddelande till alla Populär Radios läsare!

Alltsedan Populär Radio började utgivas 1928 har tidskriften erbjudits till ett oförändrat, lågt försäljningspris.

De senaste åren ha emellertid medfört väsentligt ökade framställningskostnader. Under nästkommande år komma de ytterligare att stegras genom en kraftig höjning av papperspriserna. Då tidskriften ej heller kan räkna med normala annonsintäkter på grund av vårt lands nuvarande avspärrningsläge måste vissa prisförändringar vidtagas.

Sålunda blir prenumerationspriset från den 1 jan. 1942 för helår Kr. 6: — och för halvår Kr. 3: 25. Samtidigt höjes lösnummerpriset till 60 öre.

Populär Radios läsare behöva alltså endast vidkännas en obetydlig merutgift för att under 1942 bibehålla kontakten med det radiotekniska framåtskridandet.

Alla lösnummerköpare uppmanas att begagna sig av prenumeration i största möjliga utsträckning. De returexemplar, som alltid äro ofrånkomliga i samband med en lösnummerförsäljning över hela landet, äro ju inte till glädje för någon part — i sista hand måste kostnaden för dem komma att drabba tidskriftens köpare. Av en specialtidskrift som Populär Radio köper man ju också varje nummer och under sådana förhållanden blir en prenumeration både billigast och bekvämast.

Genom att begagna bifogade inbetalningskort försäkras Ni Eder om att få VARJE NUMMER av Populär Radio med lika intressant och instruktivt innehåll som hittills, HEMSKICKAT så snart det utkommer. Prenumerera därför redan I DAG!

POPULÄR RADIO

RADIOTEKNIK
ELEKTRONIK
GRAMMOFON- OCH
FÖRSTÄRKARTEKNIK
LJUDÅTERGIVNING
TELEVISION
AMATÖRRADIO
EXPERIMENT
OCH APPARATBYGGE
MÄTTEKNIK
RADIOSERVICE

Utkommer den 20 varje månad.

Juli—augusti utgives ett dubbelnummer.

Lösnummerpris: 50 öre, dubbelnummer 1 kr.

Prenumerationspris:

1/1 år kr. 5:—, 1/2 år kr. 2: 75, 1/4 år kr. 1: 50.

Redaktion, prenumerationskontor och annons-
expedition:

Luntmakaregatan 25, 5 tr., Stockholm.

Telefon: Numnanrop "Nordisk Rotogravyr".

Telegramadress: Nordisk Rotogravyr.

Postgiro 940 — Postfack 450.

EFTERTRYCK AV ARTIKLAR HELT ELLER DELVIS
UTAN ANGIVANDE AV KÄLLAN FÖRBJUDET

POPULÄR

RADIO

ORGAN FÖR STOCKHOLMS RADIOKLUBB
TEKNISK REDAKTÖR: INGENJÖR W. STOCKMAN

INNEHÅLL

DECEMBER 1941

Sekundäremissionen	259
Tonkontroll	265
Förhållandet mellan ström, spänning och motstånd	267
Populär Radios nomogram	269
Nätapparaters utförande	269
Frekvensmodulering	272
Flyg- och sjönavigation	274
Radioteknisk revy	278
Sammanträden	280

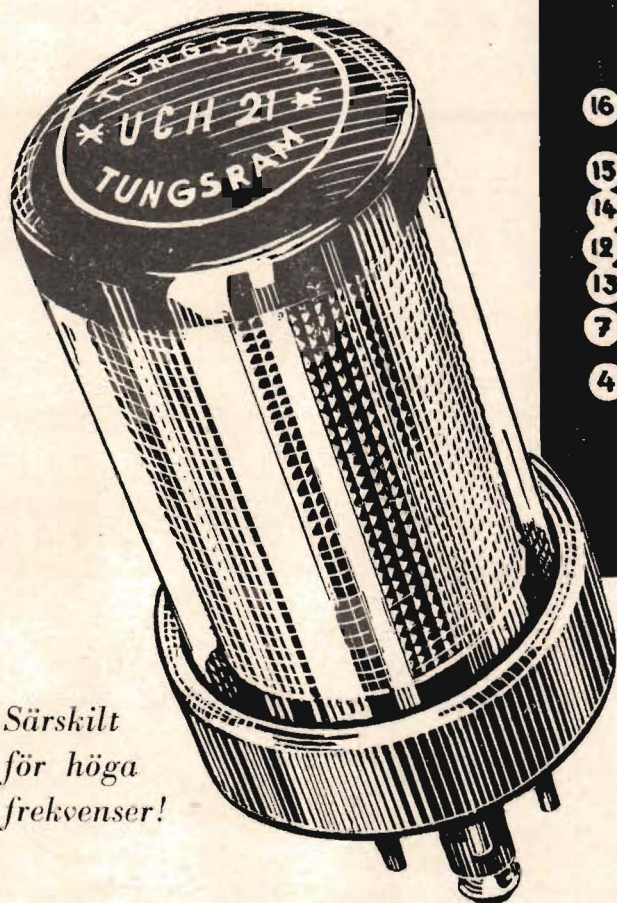
Med detta nummer följer en bilaga

Är Ni stockholmare och radiotekniker?

*Vill Ni öka Edra kunskaper och hålla Eder
à jour med utvecklingen på radioområdet?*

I så fall får Ni ej gå miste om de aktuella och lärorika föredrag, som hållas i Stockholms Radioklubb. Närmare upplysningar genom sekreteraren, ingenjör Karl-Olof Naucér, telefon 41 07 28

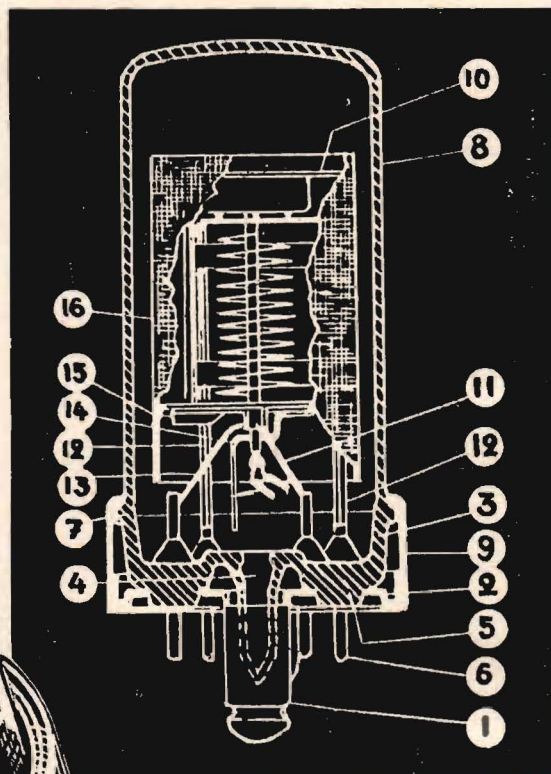
Rör av *pressglas* är nyaste nytt!



*Särskilt
för höga
frekvenser!*

Nu finns Tungstrams nya rör... mindre, stabilare, men med bättre kortvägsegenskaper. Hållbar pressglasballong med kontakter direkt insmälta i foten, stabil cirkelformig elektrodställning utan glimmerstöd, elektroder i trepunktsupphängning, effektiv inre avskärmning och en mängd andra finesser och fördelar!

Genom kortare ledningar har rören lägre inre induktanser och kapaciteter. Tungstram pressglasrör tillverkas för växelström (6,3 v. E-rör), allström (100 mA U-rör) och batteri (1,25 v. D-rör), omfattande pentod (förstärkar-rör med variabel branthet), triodheptod (blandarrör), dubbel-diödpentod (slutrör) och likriktarrör.



1. Styrstift av metall
2. Avskärmning för rörfoten
3. Rörfot av pressglas
4. Avsmält evakueringsrör
5. Upphöjd insmältning av stift för ökad krypsträcka
6. 1,25 mm kontaktstift
7. Smältrand mellan ballong o. fot
8. Glasballong
9. Falsning för skärm
10. Getterhållare
11. Skärmgallerledning
12. Elektrodstöd i U-form
13. Styrgallerledning
14. Skärm för styrgallerlednin.
15. Inre elektrodskärm

Svenska Orion Försäljnings AB.
Stockholm, Göteborg, Malmö.

TUNGSRAM RADIORÖR



POPULÄR
RADIO

TIDSKRIFT FÖR RADIO
TELEVISION OCH
ELEKTROAKUSTIK

NR 12

DECEMBER 1941

XIII ÅRG.

Sekundäremissionen

och dess praktiska utnyttjande

Av teknolog Nils Hunnefelt

Inledning.

Om elektroner, dvs. elektriskt *negativt* laddade partiklar med massan $9,04 \cdot 10^{-28}$ g, med tillräckligt hög hastighet och under gynnsamma betingelser träffa en metallyta eller isolator, kommer en del av metallens, respektive isolatorns elektroner att frigöras och lämna ytan. Dessa elektroner kallas sekundärelektroner, och fenomenet benämnes *sekundäremission*. Den kan iakttagas genom att en närbelägen elektrod får uppfånga de utslagna elektronerna.

Vid elektronrör kan sekundäremission äga rum från varje elektrod, som har positiv potential, och alltså har möjlighet att bli utsatt för elektronbombardemang. I en del fall är sekundäremissionen icke önskvärd och undertryckes på olika sätt. Så är t. ex. fallet med emissionen från anoden i tetroden. I andra fall åter utgör sekundäremissionen en integrerande del i rörets konstruktion och funktion. Exempel härpå utgöra dynatronen, elektronmultiplikatorn och sekundäremissionsröret. Tydligt har sekundäremissionen både för- och nackdelar. Innan vi gå in på en närmare behandling av ämnet, skall en översikt ges av den primära emissionen, särskilt glödemissionen; detta för att klarlägga vissa begrepp.

Glödemission, frigöringsenergi, elektronvolt.

Emission kallas som bekant den företeelse, som äger rum, då en elektrod, katoden, bringas att utsända elektroner. Högt vacuum utgör en absolut betingelse härför. Katoden kan vara kall — kall emission — men då man inom radiotekniken talar om emission, menar man vanligen sådan från upphettad katod, termisk eller glödemission. För att åstadkomma elektronutträde ur en kall katod fordras nämligen oerhört höga och därmed svårhanterliga spänningar, om inte rördelarna skola bli mikroskopiskt små. Fältstyrkan vid katoden måste nämligen uppgå till ca 10^7 V/cm, varvid elektronerna så att säga »dragas» ur metallen. Vid glödemission däremot bibringas elektronerna genom upphettning av katoden mycket hög hastighet med den följd, att en del kunna ryckas loss och lämna katodytan. Vid en viss temperatur ha emellertid ej alla elektroner i katoden samma hastighet. Det stora flertalet har en viss medelhastighet, men dessutom finnas, ehuru procentuellt sett i mycket mindre mängd, sådana som ha både flerdubbelt större och flerdubbelt mindre hastigheter. Hastighetsfördelningen överensstämmer med en sannolikhetslag, uppställd av Maxwell.

Elektronernas hastighet kan i stället för i t. ex. km/s

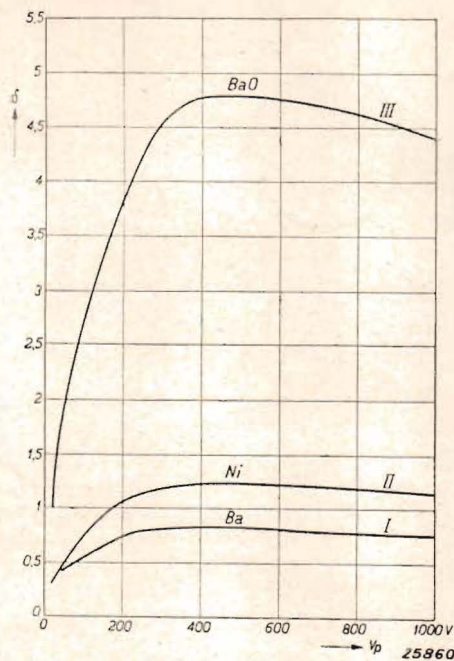


Fig. 1. Sekundäremissionsförmåga för (I) rent barium, (II) nickel, (III) bariumoxid.

uttryckas i s. k. *elektronvolt*, förkortat eV. Om nämligen en elektron införes i ett elektriskt fält utan yttre störningar och får genomlöpa en viss spänning, uppnår den en hastighet, som beror enbart på spänningen. Om t. ex. en elektron frigöres från en katod vid nollpotential, placerad i närheten av en annan elektrod med spänningen +100 V, kommer elektronen att accelereras i riktning mot 100 V-elektroden, som ju är positiv, och har då den slår mot elektrodytan en hastighet av ca 6 000 km/s.

Sambandet mellan genomslupen spänning och hastigheten fås ur formeln

$$v = 594 \sqrt{V} \text{ km/s.}$$

där v = hastigheten,

V = spänningen i volt.

Den för frigörningen erforderliga hastigheten hos elektronerna varierar med katodmaterialet. Den mätes i volt enligt ovan givna samband och kallas för *frigöringsenergi*.

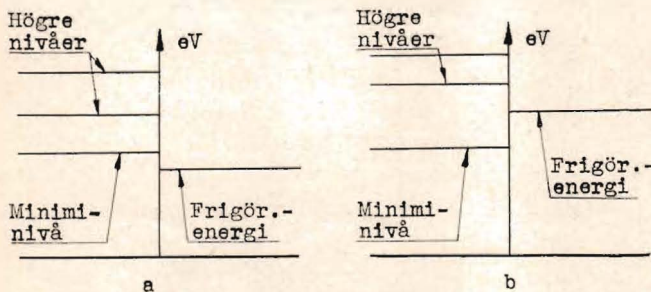


Fig. 2. a) För alkalimetallernas föreningar är frigöringsenergien lägre än den minsta energi, som kan överföras till ämnena. b) För de rena metallerna är E_0 större än minimienergien.

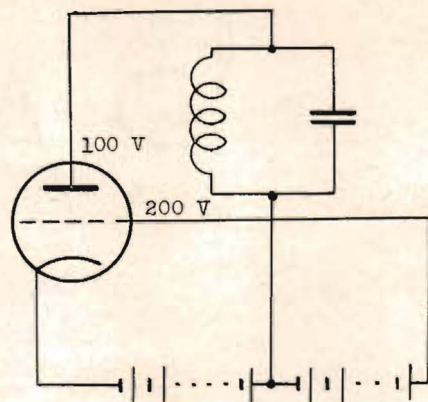


Fig. 3. Principschema för dynatron. För utförligare schema, se Holmgren, Radioteknisk handbok.

gien, E_0 . För wolfram är $E_0 = 4,5$ V och för barium 2,1 V. Tydligt måste en wolframkatod upphettas högre än en bariumbelagd. En wolframkatod kan på grund av risken för avsmältning inte upphettas högre än till ca $2\ 300^\circ$, och den medelhastighet, som svarar mot denna temperatur, utgör blott 0,2 eV. För frigöring fordras emellertid 4,5 eV, och alltså blir det enligt den ovan angivna sannolikhetslagen blott en ringa bråkdel elektroner, som uppnå denna hastighet. Man kan visa, att antalet elektroner som lämna katoden blott blir $1/10^9$ av samtliga. Tack vare det oerhört stora antalet elektroner i metallen blir det dock möjligt att erhålla en anodström av normal styrka, dvs. några tiotal milliampere per cm^2 katodyta. Motsvarande gäller för en bariumkatod.

Sekundäremission, sekundäremissionsfaktor.

Ett ämnes förmåga att avge sekundärelektroner karakteriseras genom den s. k. *sekundäremissionsfaktorn*, δ , som anger hur många elektroner i medeltal varje primärelektron löser ut. Sekundäremissionsförmågan anses vara god, om δ är större än 3. För att sekundäremissionen skall kunna utnyttjas fordras emellertid att sekundärelektronerna uppfångas på en annan elektrod, varvid denna måste ha *högre* potential eller spänning än den emitterande elek-

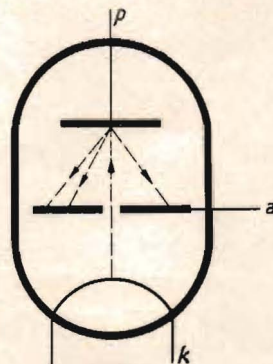


Fig. 4. Dynatron.

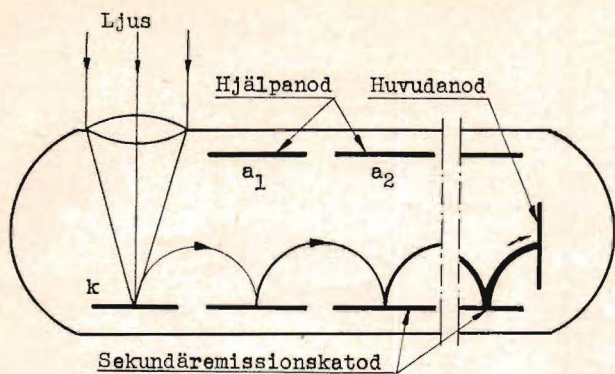


Fig. 5. Principschema för elektronmultiplikator. Magnetfältet är vinkelrätt mot papperets plan.

troden. Vill man däremot undertrycka sekundäremissionen, ges denna andra elektrod en spänning, som är *lägre* än den sekundärt emitterandes, varvid sekundärelektronerna återvända till denna. Storleken på motspänningen beror på primärelektronernas hastighet. Är denna t. ex. 100 eV, dvs. är spänningen mellan katoden och sekundäremissions-elektroden 100 V, få sekundärelektronerna en medelhastighet av ca 5 eV, och enligt den tidigare nämnda hastighetsfördelningslagen kan då en mindre del av dem nå en flerdubbel hastighet, upp till 15 à 20 eV. Så mycket lägre bör alltså spänningen vara hos vederbörande elektrod för att förhindra sekundäremission till densamma. Om primärelektronernas hastighet är 1 000 eV, blir motsvarande värde ca 40 V.

Sekundäremissionsfaktorn är ej konstant för olika hastighet hos primärelektronerna. Till en början stiger den med ökad accelererande spänning, tills ett maximum nås, som för de viktigaste ämnena i detta sammanhang ligger vid 400—500 V. Därefter sjunker den åter. Förhållandet är lätt att förklara. Vid 10 à 20 V är sekundäremissionen ännu knappast märkbar. Därefter ökas med stigande spänning antalet utslagna elektroner, dvs. δ växer. Ökas spänningen ytterligare blir emellertid primärelektronernas hastighet så hög, att de komma att tränga djupare in i metallen. Därvid absorberas sekundärelektronerna i hög grad av metallen själv, innan de nå ytan. Antalet som kan lämna densamma minskas, och δ sjunker. Se fig. 1, som uppstår kurvor för barium, nickel och bariumoxid.

Primärelektronernas infallsriktning har stor betydelse. Gynnsammast är sned vinkel med elektrodytan; inkomma elektronerna vinkelrätt, tränga de djupare in med resultat som ovan.

Olika materials sekundäremissionsförmåga.

Man skulle lätt frestas att tro, att ämnen som ha låg frigöringsenergi, t. ex. barium, också skulle ha lätt för

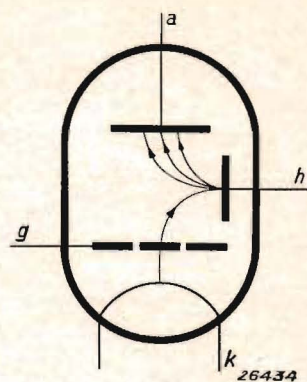


Fig. 6. Sekundäremissionsrör med hjälpkatoden h.

att avge sekundärelektroner, dvs. ha hög sekundäremissionsfaktor. Denna uppfattning förekommer också i litteraturen. Att så ingalunda är fallet har emellertid fastslagits genom talrika försök i Philips' forskningslaboratorier i Einhoven. Sålunda har barium, $E_0=2,1$ V, t. o. m. lägre δ än nickel med $E_0=5,0$ V. De siffror som i fortsättningen ges rörande olika ämnens sekundäremissionsförmåga avse en hastighet hos primärelektronerna av 150 eV, eftersom den mot optimala hastigheten 500 eV svarande spänningen 500 V är för hög att användas som driftsspänning vid vanliga rör.

Samtliga för elektrod-tillverkning tänkbara vanliga metaller såsom nickel, järn, koppar och wolfram ha låg sekundäremission. δ ligger mellan 0,90 och 1,0. Frigöringsenergien utgör 4 à 5 V. Hos metallerna i alkali-gruppen med låg frigöringsenergi finner man som sagt ännu lägre sekundäremissionsförmåga. Sålunda är δ för barium 0,63, för lithium 0,5 osv. Samtliga dessa äro alltså ägnade att användas som material för sekundäremissionsfattiga elektroder. Men en komplikation inträder. *Föreningar* av alkalimetallerna, såsom bariumoxid och lithiumnitrat, ha nämligen mycket hög sekundäremissionsfaktor. För bariumoxid har δ värdet 3, och för magnesiumoxid uppgår δ ända till 6. Är rörets vacuum mindre gott, kan oxidation inträda, varvid δ således antar ett helt annat värde. För att kunna utnyttjas måste sekundäremissionen förbli tämligen konstant, vare sig den är avsedd att vara hög eller låg. Detta blir emellertid svårt att uppnå, dels med hänsyn till att i ett rör trots högt vacuum alltid en del gasrester kunna finnas, som ge upphov till oxider, dels på grund av att vid bariumkatod rent barium förångas och slår ned på de övriga elektroden, vars egenskaper därigenom helt kunna förändras. Avsevärda svårigheter möta alltså vid den praktiska tillämpningen av sekundäremissionen.

Bruining ger i Philips Technische Rundschau en förklaring till den stora skillnaden i sekundäremissionsför-

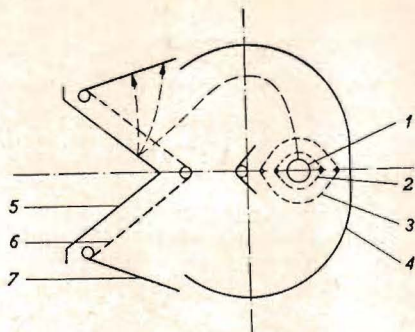


Fig. 7. Tvärsnitt av sekundäremissionsröret EE1. 1 katod, 2 styr-galler, 3 skärmgaller, 4 skärmplåt på katodpotential, 5 hjälpkatod, 6 anodgaller och 7 anod.

måga mellan alkalimetallernas föreningar och de rena metallerna. Primärelektronen avger som tidigare nämnts sin rörelseenergi till elektrodens elektroner. Energin övergår dock ej till en enda elektron, utan flera få var sin impuls, varvid vars och ens hastighet blir lägre än primärelektronens. En inskränkning finns emellertid, i det att energien ej kan överföras i hur små kvantiteter som helst. För varje ämne finns det en minsta energimängd, som måste tillföras dess elektroner för att dessa överhuvud taget skola påverkas. Om denna minimienergi i ett visst fall antages svara mot 3 eV, så kunna elektronerna ej upptaga en energimängd, svarande mot 1 eV och förbli opåverkade. Ej heller över minimigränsen kan energi övergå kontinuerligt. Varje ämne utmärkes av vissa energinivåer, och när energi övergår måste det ske i *kvanta*, svarande mot nivåerna. Se fig. 2. Nu är den viktiga frågan hur miniminivån ligger i förhållande till frigöringsenergien. Om såsom hos alkalimetallernas föreningar frigöringsenergien är lägre än miniminivån, kommer varje elektron, som överhuvud taget blivit påverkad och erhållit sitt kvantum rörelseenergi, att ha tillräcklig hastighet att lämna ytan. Hos de rena metallerna däremot ligger frigöringsenergien högre än miniminivån, och endast elektroner som erhållit rörelseenergi svarande mot högre liggande nivåer kunna bidra till sekundäremissionen. Elektroner, som erhållit ett minimikvantum rörelseenergi, ha visserligen en däremot svarande hastighet, men den räcker ej för frigöring. Härigenom får δ ett lågt värde.

Tillämpningar: dynatronen, elektronmultiplikatorn och sekundäremissionsröret.

Tekniskt blev sekundäremissionen utnyttjad första gången 1915, då Hull uppfann den s. k. *dynatronen*. I detta rör användes sekundäremissionen till att skapa ett *negativt* motstånd. Den stora betydelsen av ett sådant ligger däri, att man med hjälp av detsamma kan alstra kontinuerliga elektriska svängningar. Om en vanlig svängningskrets, be-

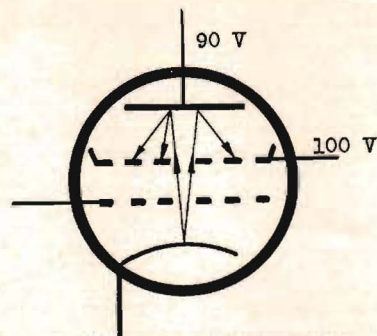


Fig. 8. Tetrod med skärmgaller.

stående av kondensator och spole, för ett ögonblick tillföres en svängningsimpuls, så dör denna strax ut på grund av kretsens oundvikliga dämpning genom ohmskt motstånd, i vilket svängningsenergin övergår i värme. Kunde man upphäva motståndet eller göra det negativt, skulle svängningen bestå, respektive tilltaga i amplitud. Just genom dynatronen erhöles denna möjlighet, och man kan alltså lätt konstruera en oscillator för kontinuerliga vågor. En parallellkrets kopplas helt enkelt i serie med dynatronen; se fig. 3, som upptar ett principschema med »by pass»-kondensatorer m. m. utelämnade.

Själva dynatronen fungerar på följande sätt. Se fig. 4. Primärelektronerna accelereras mot elektroden *a*, gallret, som har hög positiv spänning. En del elektroner flyga genom öppningen i *a* och nå anoden *p*, som också har positiv spänning, ehuru lägre än *a*:s. Anoden har en sekundäremissionsfaktor högre än 1. Flera elektroner lämna då anoden än som nå den. Följden blir en negativ anodström. Höjes anodspänningen något, blir resultatet ökad sekundäremission och därmed ökad negativ anodström.

Om primärströmmen till anoden är I_{prim} , så blir totala anodströmmen

$$I_a = I_{prim}(1 - \delta)$$

I_a blir alltså negativ så snart δ är större än 1. För förhållandet ökning i anodspänning, ΔV_a , till ökning i anodström, ΔI_a , dvs. motståndet, fås:

$$R = \frac{\Delta V_a}{\Delta I_a} < 0.$$

Elektronmultiplikatorn användes för att förstärka mycket svaga ljuselektriska strömmar, där vanliga rörförstärkare på grund av termoelektromotoriska krafter och Schroteffekten ej kunna användas. Strömstyrkan är vanligen mindre än 10^{-8} A. I sitt första, ofullgångna utförande framställdes den år 1919. Senare har bl. a. Zworykin utvecklat den till ett modernt och användbart precisionsrör. Den förekommer i olika utföranden, vilka alla emellertid utnyttja sekundäremissionseffekten. Mest avancerad torde elektronmultiplikatorn med magnetisk fokusering vara. Den kan utföras med tio och flera steg efter var-

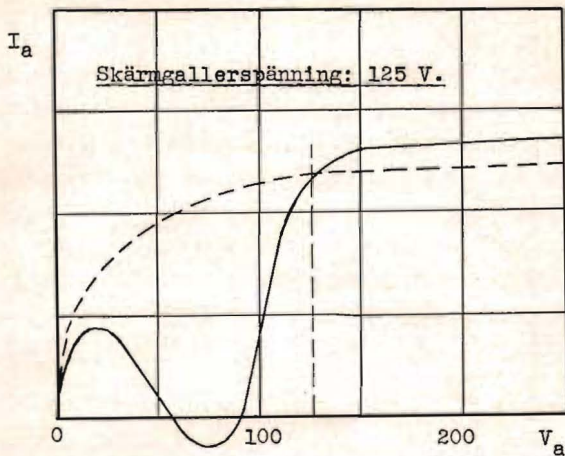


Fig. 9. Karakteristika för tetrod. Observera hur anodströmmen sjunker, då anodspänningen blir lägre än skärmgallerspänningen (125 V). Den streckade kurvan anger anodströmmen vid ett rör utan sekundäremission.

andra, där sekundärelektronerna från föregående steg mångdubblas, beroende på hur hög sekundäremissionsfaktor, som kan uppnås. Med cäsiumoxid som elektrodbeläggning är $\delta=5$. Tio steg ge därigenom en förstärkning av 5^{10} gånger, dvs. ungefär tio miljoner. Elektronmultiplikatorn har beskrivits utförligt i en tidigare årgång av denna tidskrift, varför blott några antydningar skola göras om verknings sättet. Se fig. 5. Det infallande ljuset koncentreras mot den ljuskänsliga katoden k . De emitterade elektronerna accelereras mot hjälpanoden a_1 , som har positiv spänning. De komma emellertid ej att nå denna, ty genom ett lämpligt inställt homogent magnetiskt fält, parallellt med plattorna och vinkelrätt mot deras gemensamma axel, komma elektronerna att avböjas och träffa första sekundäremissionskatoden. Sekundärelektronerna därifrån dragas mot hjälpanoden a_2 , som har högre spänning än a_1 , men avböjas mot nästa sekundäremissionskatod osv. Efter sista steget uppfångas de då miljoner gånger flera elektronerna av huvudanoden.

Sekundäremissionsröret (EE 1) utgör den senaste tillämpningen av sekundäremissionen. Här rör det sig emellertid om elektronströmmen i ett vanligt förstärkarrör. Därvid komma de svårigheter med förångning av barium

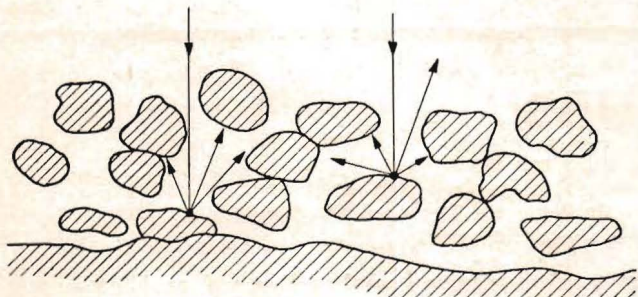


Fig. 10. En skrovlig yta nedsätter sekundäremissionen.

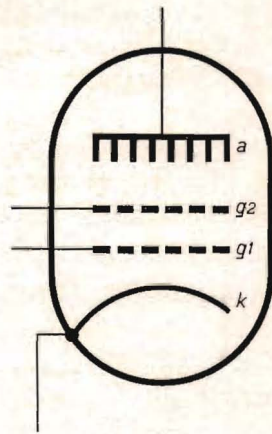


Fig. 11.

från katoden och oxidation, som tidigare behandlats, att göra sig gällande. Fig. 6 visar principen för rørets verknings sätt. g är skärmgallret, som ges en tillräckligt hög positiv spänning för att accelerera elektronerna mot den sekundäremitterande hjälpkatoden h . Sekundärelektronerna länkas i sin tur mot anoden, som har högre spänning. Svårigheten ligger nu i att förhindra stoff från katoden att nå hjälpkatoden, vars sekundäremissionsförmåga därigenom skulle försvagas, utan att på samma gång hindra elektronerna att nå den. Lösningen åstadkoms genom en elektrodanordning enligt fig. 7 och baserar sig på det faktum, att de förångade molekylerna i högvacuum röra sig praktiskt taget rätlinjigt. Genom den i figuren angivna inre vinkelböjda skärmen stoppas alla mot hjälpkatoden riktade partiklar upp. Elektronerna länkas däremot åt sidorna, eftersom skärmen hålles vid nollpotential. En yttre på lämpligt sätt formad skärm, även den vid nollpotential, styr i samverkan med övriga elektroder elektronerna mot hjälpkatoden. Framför denna befinner sig ett s. k. anodgaller, vars ändamål är dels att förhindra uppkomsten av rymdladdning, som skulle förrycka potentialförhållandena i fältet, dels att dirigera sekundärelektronerna mot anoden. Sekundäremissionsfaktorn är ca 5

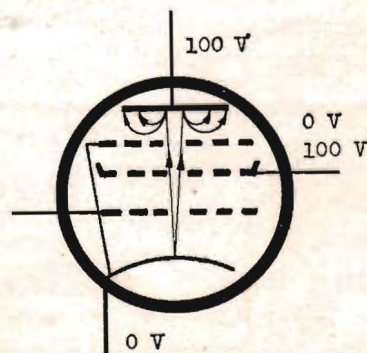


Fig. 12. Pentod. Bromsgallret på katodpotential tvingar elektronerna att återvända till anoden.

vid en spänning av 150 V, dvs. anodströmmen blir 5 gånger större än vid ett rör utan hjälpkatod. Tydligt ökas härigenom också rørets branthet 5 ggr. Emellertid beror ökningen i branthet ej enbart på den höga anodströmmen. Om man jämför två rör med samma katod, styrgaller och anod, varav det ena arbetar med, det andra utan sekundäremissionsförstärkning, skall man finna, att vid samma anodström brantheten hos det senare är $\delta^{\frac{1}{k}}$ gånger så stor som hos det förra. k är en faktor, som vid en ej allt för liten primär elektronström har värdet 1,6. Om δ alltså är lika med 5, blir $\delta^{\frac{1}{1,6}}$ ungefär 2,6, dvs. sekundäremissionsrørets branthet är 2,6 gånger större. Ursprungligen konstruerades det för användning i televisionsförstärkare men användes nu även i vanliga förstärkare, särskilt före push-pullsteg, varvid ingångstransformatorn blir överflödig.

Icke önskvärda effekter och deras upphävande.

För att eliminera anodåterverkan respektive inre återkoppling vid trioder uppfanns skyddsgallerrøret och senare dess efterföljare skärmgallerrøret. (Se härom artikeln »Anodåterverkan och inre återkoppling, P. R. årg. 1938, nr 3—4.) I båda fallen placeras ett andra galler mellan styrgallret och anoden. Det nya røret får således 4 elektroder och benämnes *tetrod*. I båda fallen blir rørets stabilitet större på grund av att anodströmmen blir mindre beroende av den med olika belastning varierande anodspänningen, och vid skärmgallerrøret minskas den kapacitans mellan galler och anod, som ger upphov till inre återkoppling. Sekundäremissionen från anoden till skärmgallret, som måste ha en spänning av ungefär samma storlek som anoden, gör emellertid att vissa svårigheter uppstå vid användningen. Så länge anoden har högre spänning än skärmgallret är allt som det skall vara, emedan sekundärelektronerna då återvända till anoden. Sjunker emellertid på grund av belastningsvariationer anodspänningen under skärmgallerspänningen, så växla sekundärelektronerna om till skärmgallret med den påföljd att anodströmmen sjunker i motsvarande grad som skärmgallerströmmen ökar. Resultatet blir kraftig distortion. Se fig. 9. För att røret skall arbeta stabilt fordras sålunda, att

sekundäremissionen undertryckes eller att dess verkan minskas.

Man kan därvid gå fram på två linjer. Antingen söker man genom användande av lämpligt material i anoden att hålla sekundäremissionen låg, eller gör man elektrodanordningen sådan, att sekundärelektronerna returneras till anoden. Den förra metoden prövades först. Genom att belägga anoden med en yta av rått kol blevo elektronerna mycket effektivt bromsade innan de nådde ytan. Se fig. 10. Emellertid kunde kollagrets egenskaper ändras ganska snabbt, med den följd att sekundäremissionen ej förblev konstant. Även en anordning med »rygggar» på anodytan, se fig. 11, visade sig mindre tillfredsställande.

Lösningen på problemet kom i form av den allmänt kända *pentoden*. Denna uppstod ur tetroden genom att man mellan skärmgallret och anoden anbragte ännu ett galler, *bromsgallret*. Se fig. 12. Ett tätmaskigt sådant på en potential, 15 à 20 V lägre än anodens, kommer nämligen att helt hindra sekundärelektronerna att nå skärmgallret. Primärelektronerna ha däremot högre hastighet och kunna obehindrat nå anoden. I stället för ett tätmaskigt galler med 15 à 20 V lägre spänning kan användas ett glest sådant på noll-, dvs. katodpotential, i det att det bromsande fältet blir ungefär detsamma i de båda fallen. I moderna pentoder är därför bromsgallret förbundet med katoden. Sedan pentoden kommit till har den ursprungliga tetroden nästan helt kommit ur bruk. De tetroder, som nu återfinnas i rörlistorna, utgöras av s. k. strålrör.

Som i inledningen nämndes kan även en isolator utsända sekundärelektroner. Elektroner, som gå utom elektrodsystemet, s. k. läcke elektroner, ge därför då de slå ned på t. ex. rørets glasvägg upphov till sekundäremission, som kan förrycka rørets egenskaper och ge upphov till distortion och nätbrun. Sekundäremissionen kan undvikas, antingen genom att elektrodsystemet skärmas, så att inga läcke elektroner slippa ut, eller genom att belägga glasväggen med kol (grafit), vilket har låg sekundäremissionsförmåga.

Litteratur.

Philips Bücherreihe über Electronenröhren, del 2.
Philips Technische Rundschau, 3 (1938).

STOCKHOLMS RADIOKLUBB

En sammanslutning av radioteknici och amatörer.
Räkna vårt lands främsta radiofackmän bland sina medlemmar.
Aktuella föredrag och demonstrationer var 14:e dag.
De bästa utländska facktidskrifterna finnas tillgängliga.

Klubbens organ är tidskriften Populär Radio. Prenumerationspriset för densamma ingår i medlemsavgiften. Närmare upplysningar erhålles genom klubbens sekreterare, ingenjör Karl-Olof Naucér, Svedenborgsgatan 7, Stockholm, tel. 41 07 28. Medlemsavgiften, kr. 10: — pr år, för studerande kr. 6: — pr år, kan inbetalas å postgiro nr 50001.

Tonkontroll

för såväl höjning som sänkning av bas och diskant

Av civiling. G. Assarsson

I oktobernumret av Populär Radio fanns beskriven en anordning för korrigerig av en elektromagnetisk pick-ups frekvenskurva med avseende på bas och diskant. Medelst ett filter, bestående av kondensatorer och motstånd, minskas nivån hos mellanregistret till exempelvis en tiondel, medan för de båda ändarna av tonskalan minskningen är mindre. Man får som resultat, att frekvensområdet blir utökat åt båda sidorna.

Det är emellertid ej endast vid en pick-up en sådan höjning av bas och diskant är behövlig för förbättring av ljudkvaliteten. I synnerhet är det basregistret, som (av kostnadsskäl) är kraftigt dämpat, bl. a. genom otillräcklig induktans i transformatorerna och för liten diameter på högtalarkonen. På en grammofonskiva äro de låga frekvenserna avsiktligt dämpade (från cirka 300 p/s nedåt), enär spårampplituderna för dessa frekvenser eljest skulle bli alltför stora och större spåravstånd krävas.

Den felande basen brukar vanligen kompenseras på det sättet att man även skär bort diskanten. Därigenom kan man få »medelfärgen» hos ljudet att bli ungefär som hos originalet. Vid musikåtergivning, då utebliven eller dämpad bas medför, att ljudet blir »tunt», görs ofta denna diskantavskärning så grundligt och så långt ner i tonskalan, att endast en liten del av mellanregistret blir kvar. Musiken kan kanske då låta mjuk och behaglig, men det blir svårt att känna igen de olika instrumenten. Tal mister sin klarhet genom diskantavskärningen, det blir »lädljud» eller låter som om det kom ur en tunna, och en särskild tal-musik-omkopplare blir behövlig.

Riktigare vore det, att i möjligaste mån höja upp basen till i nivå med det övriga registret, så att diskanten ej behöver dämpas alltför mycket.

Ett förstärkarsteg med variabel bashöjning visas i fig.

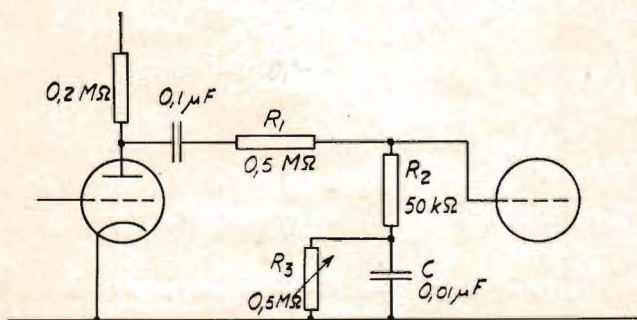


Fig. 1. Förstärkarsteg med variabel bashöjning.

1. Impedansen hos C är för höga och medelhöga frekvenser liten i förhållande till R_2 . Den från vänstra röret uttagna spänningen matas in på en spänningsdelare, som alltså vid dessa frekvenser består av enbart R_1 och R_2 , och delspänningen över R_2 (en elftedel i detta fall) går in på nästa rörs galler. En spänningshöjning lika med $\sqrt{2} = \text{ca } 1,4$ ggr eller 3 dB, motsvarande en fördubbling av effekten, inträffar vid den frekvens, för vilken impedansen eller rättare reaktansen hos C är lika med R_2 , dvs. när $\frac{1}{2\pi fC} = R_2$.

Ekvationen ger oss med värden enl. figuren $f = \text{ca } 300$ p/s. Vid frekvenser under 300 p/s blir impedansen hos C ännu större, varför en större del av spänningen från vänstra röret kommer in på nästa rörs galler.¹

Vi ha här bortsett från inverkan av R_3 , vilket vi kunna göra, om denna står på maximum. Genom att variera R_3 kan man nu ändra graden av bashöjning. När $R_3 = 0$, blir C kortsluten och bashöjningen således helt urkopplad.

Vill man ha möjlighet att såväl öka som minska basen, kan man koppla enl. fig. 2. När potentiometerarmen står i övre ändläget, är kondensatorn på 1 000 pF kortsluten, och verkan blir som i fig. 1, alltså bashöjning. Förs armen ner till undre ändläget, blir bashöjningskondensatorn på 10 000 pF kortsluten, och i stället blir 1 000 pF kondensatorn inkopplad i serie med motståndet på 0,5 megohm. Enär spänningen till nästa rörs galler tas ut efter denna kondensator, bli tydligen de låga frekvenserna stoppade av kondensatorn, och basminskning blir följden.

Samma regleringsmöjlighet kan ordnas för diskanten, se fig. 3. Är potentiometerarmen i övre ändläget, kunna

¹ Se även Korrektionsnät för elektromagnetisk pick-up, Populär Radio nr 10, 1941.

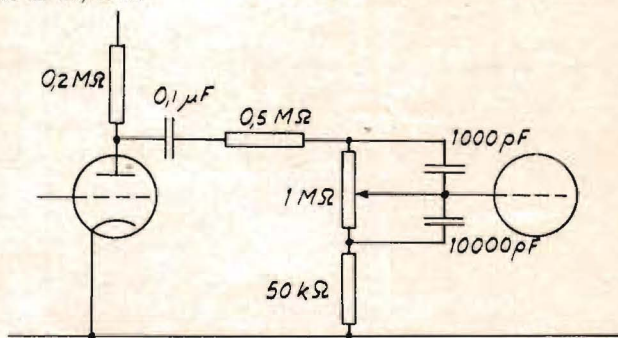


Fig. 2. Tonkontroll med såväl sänkning som höjning av basen.

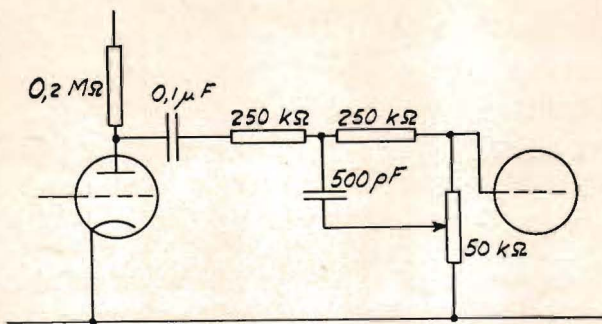


Fig. 3. Tonkontroll med såväl sänkning som höjning av diskanten.

de högsta frekvenserna passera genom 500 pF kondensatorn förbi det högra 0,25 MΩ motståndet, så att en viss diskant höjning erhålles. Är armen i nedre ändläget, bli de höga frekvenserna bortsilade via kondensatorn till jord.

I schemorna har för enkelhets skull ritats trioder. Om pentoder i stället användas, vilka ju ha avsevärt större inre motstånd än trioder, blir ändringen den, att de fasta 0,5 MΩ motstånden i fig. 1 och 2 minskas till 0,25 MΩ, varjämte det vänstra 0,25 MΩ i fig. 3 slopas.

I fig. 4 ha bas- och diskantkontrollerna enligt fig. 2 och 3 kombinerats i ett gemensamt förstärkarsteg. De båda 1 MΩ potentiometrarna böra vara av linjär typ.

Vid inbyggnad av tonkontroll med bashöjning i en radioapparat eller förstärkare torde följande beaktas:

1. I tonkontrollen sänks spänningen (för större delen av registret) till ca 1/10. För kompensering av denna spänningsförlust fordras högre förstärkning än normalt. Det kan sålunda bli nödvändigt med ett extra stegs förstärkning.

2. Tonkontrollen bör ej kopplas in omedelbart före slutsteget. Det kan annars hända att föregående steg blir överstyrt.

3. Anodspänningen måste silas väl, för att ej brum från de första stegen i förstärkaren skall bli störande vid höjning av basen.

4. Avkopplingskondensatorerna i de olika stegen anodfilter tagas större än vanligt; eljest föreligger risk, att

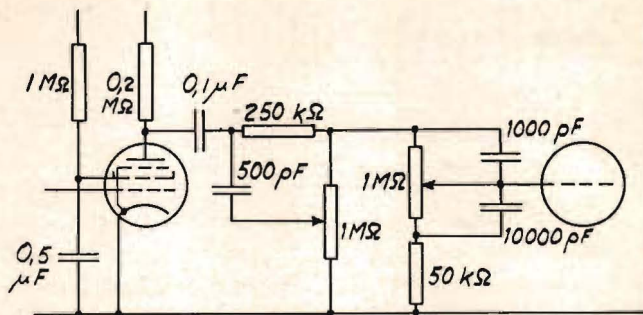


Fig. 4. Förstärkarsteg med skilda kontroller för bas och diskant, båda med såväl sänkning som höjning.

förstärkaren kommer i självsvängning på en låg ton, när bashöjningen vrids på.

5. Slutsteg och högtalare måste kunna avge tillräcklig effekt i basregistret utan distortion. Med bashöjningen påvriden kan man ej få ut mer än en bråkdel av den ljudstyrka, apparaten kan avge, när bashöjningen är frånkopplad. Detta beror på att långt större effekt erfordras i basen än i mellan- och övre registret för en viss ljudstyrka. Med moderna slutrör och högtalare är det dock sällan man drar på full effekt inomhus. Genom att vrida upp bashöjningen, när man kör med liten ljudstyrka, har man en möjlighet att utnyttja apparatens stora kraftreserver till förmån för ljudkvaliteten. (Jmfr s. k. tonkompenserad volymkontroll.)

Slutligen skall nämnas ett enkelt sätt att åstadkomma bashöjning utan större ändring i apparaten. Ett filter, bestående av ett motstånd i serie med en kondensator, inkopplas parallellt med högtalaren på transformatorns primärsida. Detta filter får ej förväxlas med det s. k. pentodfiltret, som endast avser att dämpa de högre frekvenserna. Motståndet kan vara t. ex. 1/3 av högtalarens impedans, från primärsidan räknat, och kondensatorn av sådan storlek, att dess impedans vid 300 p/s är lika med motståndet. Värdet på 2 000 ohm och 0,25 μF torde vara lämpliga i de flesta fall. Filtret förbrukar större delen av uteffekten i mellan- och högre registret och bör bortkopplas, när större ljudstyrka erfordras.

POPULÄR RADIO

Ni som är intresserad av radioteknik, television, elektroakustik bör regelbundet följa innehållet i Populär Radio. Detta gör Ni billigast och bekvämast genom att

prenumerera!

Se även omslagets andra sida!

Förhållandet mellan ström, spänning och motstånd

Av ingenjör Uno Johansson

I en elektrisk strömkrets anpassar sig strömmen efter de tvenne givna betingelserna spänning och motstånd. Ett lagbundet samband råder mellan dessa tre storheter. I praktiken uttryckes spänningen i volt (V), motståndet i ohm (Ω) och strömmen i ampere (A). Vi skola icke ingå på hur dessa enheter fastställts. Sambandet mellan storheterna framgår av formeln $I = \frac{E}{R}$,

där I = strömmen i ampere, E = spänningen i volt och R = motståndet i ohm. Formeln kallas efter sin upphovsman Ohm's lag och innebär, uttryckt i ord, att den elektriska strömmen genom t. ex. en metalltråd är direkt proportionell mot spänningen mellan trådens ändar samt omvänt proportionell mot motståndet i tråden.

Man kan givetvis även beräkna motståndet eller spänningen ur Ohm's lag, ifall de tvenne övriga storheterna äro kända. Efter omflyttning av termerna i den ursprungliga formeln fås nämligen $R = \frac{E}{I}$ samt $E = R \cdot I$.

Numeriska värden, uttryckta i enheterna volt, ampere och ohm, kunna ibland bli rätt otympliga att handskas med. För att ange en större eller mindre del användas därför ofta någon av följande beteckningar före enheten:

- M (mega, meg-) = 1 miljon gånger (10^6)
- k (kilo) = 1 tusen gånger (10^3)
- m (milli) = 1 tusendel (10^{-3})
- μ (mikro) = 1 miljondel (10^{-6}).

Ohm's lag kan tillämpas vid såväl lik- som växelström. En viss försiktighet bör dock iakttagas vid behandling av växelströmsstorheter. Vi skola i senare nomogram närmare beröra dessa saker.

Nomogrammens användning.

Med förbigående av alla räkneoperationer kan man ur omstående nomogram nr 1 beräkna vilken storhet som helst i Ohm's lag, ifall de övriga två äro kända. Med en god indikator torde noggrannheten i avläsningen hålla sig inom $\pm 1\%$, vilket är tillräckligt för de flesta behov. Ett par praktiska exempel skola visa, hur snabbt man kommer till resultat.

En sildrossel har ett likströmsmotstånd på 600 Ω och genomflytes av en anodström på 25 mA. Hur stort är spänningsfallet över drosseln? En förlängd rät linje från 25 mA över 600 Ω visar att spänningsfallet blir 15 V. (Ohm's lag ger $E = 600 \cdot 0,025 = 15$ V.)

I en allströmsmottagare skola rörens glödtrådar seriekopplas och matas från 220 V nät. Den sammanlagda

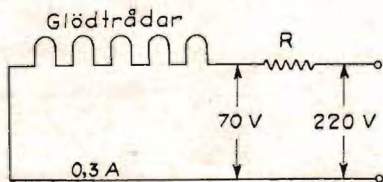


Fig. 1.

glödspänningen blir enligt rörtabellen 70 V och strömförbrukningen 0,3 A. Hur stort blir förkopplingsmotståndet R i fig. 1? Spänningsfallet över R blir tydligen $220 - 70 = 150$ V. En rät linje genom punkterna 150 V och 0,3 A korsar vid 500 Ω . Detta motståndsvärde är det sökta. (Ohm's lag ger $R = \frac{220 - 70}{0,3} = 500 \Omega$.)

Mätmetoder.

De vanligaste instrumenten för mätning av spänning och ström äro av mjukjärns- eller vridspoletyp. De förstnämnda kunna med approximation användas vid både lik- och växelström men ha stor egenförbrukning. Vridspoleinstrument utan likriktare kunna endast nyttjas vid likström men äro i andra avseenden överlägsna. De ha relativt låg egenförbrukning och hög känslighet.

Egenförbrukningen kan ha stor inverkan på mätresultatet. Fig. 2 a och b visar två olika kopplingar för mätning av ström och spänning vid motstånd, R . I fallet a är det tydligt, att voltmeteren inte endast mäter spänningsfallet över R utan även det över amperemeteren. I fallet b å andra sidan adderar sig strömmen genom voltmeteren i utslaget på amperemeteren. Vid exakt bestämning av R bör således korrektion för instrumenten göras vid uträkningen. I praktiken har man emellertid sällan behov av eller tid till övers för en sådan korrektion. Följande förfarande minskar risken för felbedömning vid mätningar med volt- och amperemeter:

Inkoppla enligt a när amperemeterns motstånd är avsevärt lägre än R . Spänningsfallet över amperemeteren spelar då mindre roll. Inkoppla enligt b när voltmeterens motstånd är avsevärt högre än R . Strömmen genom voltmeteren spelar då mindre roll.

Ett instrument med praktiskt sett försumbar egenförbrukning är rörvoltmeteren, som fått en vidsträckt användning inom skilda radiotekniska områden.

För mätning av motstånd finnas dels motståndsbryggor, vilka bygga på jämförelse med kända normaler och nollutslag på en indikator, vanligen en galvanometer, dels direktvisande ohmmetrar, bestående av ett torrbatteri och ett vridspoleinstrument, som seriekopplas med det obekanta motståndet. Instrument av universaltyp för spännings- och strömmätning äro numera ofta utbyggda till ohmmetrar och ha då inbyggt batteri och särskild skala för motståndsmätning.

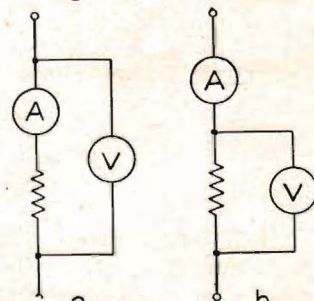
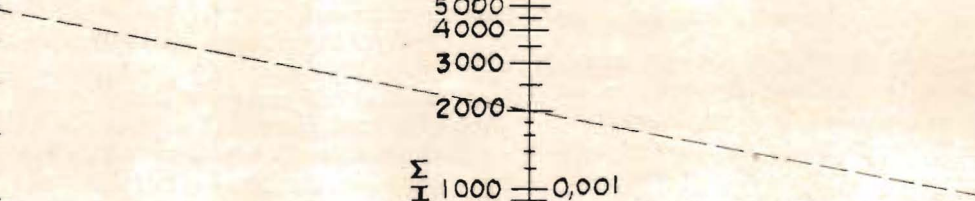
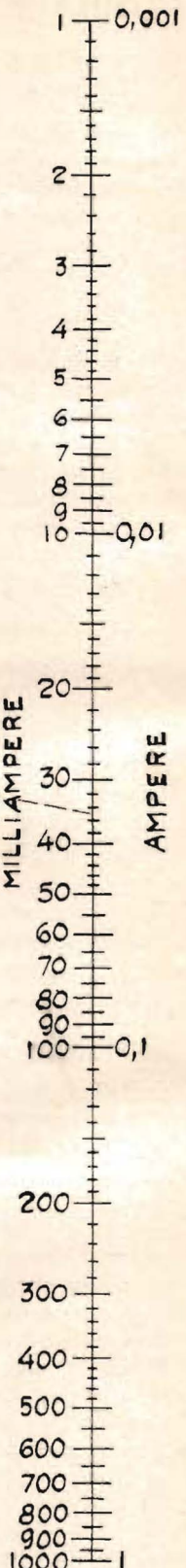
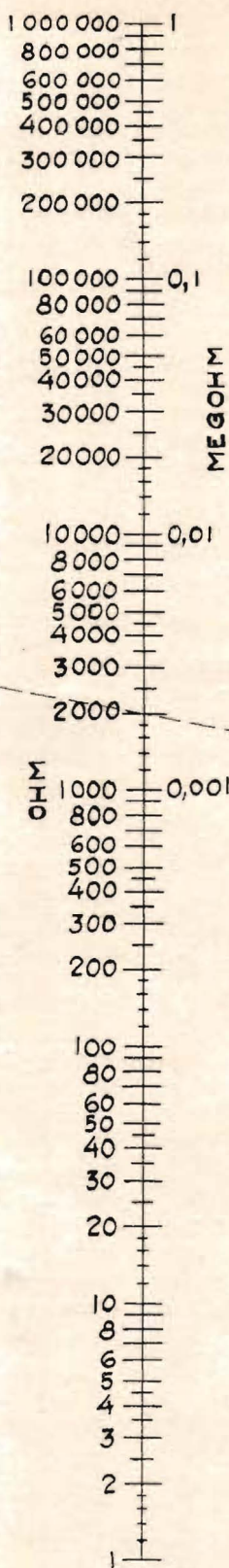
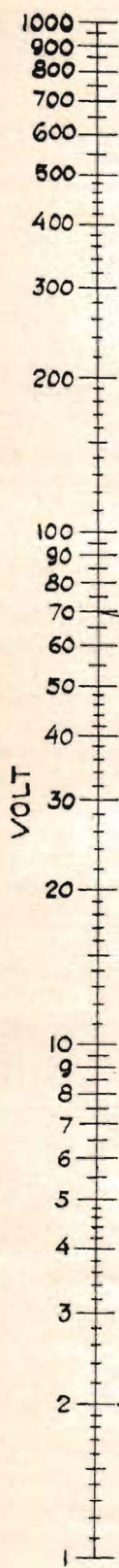


Fig. 2.



POPULÄR RADIO

SPÄNNING, STRÖM OCH MOTSTÅND

NOMOGRAM NR 1

Populär Radios nomogram

Av ingenjör Uno Johansson

En tekniker, som arbetar inom exempelvis servicefacket, kan vara hur intresserad av matematiska formler som helst — den snabba takten i modernt förvärvsarbete tvingar honom dock att i möjligaste mån undvika tidsödande beräkningar. Med hjälp av grafiska metoder, s. k. nomogram, kan han emellertid snabbt utföra de flesta i praktiken förekommande beräkningar.

Populär Radio påbörjar i detta nummer en serie nomogram, vilka möjliggöra beräkningar, ständigt återkommande inom radiotekniken. Beräkningarna utföras på enkelt sätt genom att lägga en linjal el. dyl. tvärs över tvenne skalor samt avläsa på den tredje.

Nomogrammen göra räknesticken överflödig. Risken för felplacering av kommatecken elimineras. De ofta besvärliga konstanta storheter, som förekomma i många formler, ha direkt inräknats i skalorna, så att man inte behöver tänka på dem. Vidare ha i några fall dubbelskalor kommit till användning, där normalt flera räkneoperationer skulle varit erforderliga. Ur dessa nomogram fås en eller flera sökta storheter genom vridning av linjalen kring vissa fasta punkter. I komplicerade fall har förfarandet åskådliggjorts med en liten skiss.

Till nomogrammen rekommenderas användandet av en eller ett par linjaler av celluloid, i vilkas mitt gjorts räta, långsgående ritser. Man bör undvika att rita in blyerts-linjer över skalorna. Siffror och delstreck bli lätt otydliga, när de utsätts för radering.

På nomogrammets baksida återfinnes alltid ett korrekt formulerat exempel med preciserade storheter. Denna sida har för övrigt ägnats åt en kortfattad redogörelse över innebörden i den formel, som legat till grund för nomogrammet. Måttenheter, mätteknik och olika mätinstrument ha även berörts, emedan grundläggande kunskaper i hithörande problem äro av utomordentlig vikt.

En komplett samling av Populär Radios nomogram med åtföljande text torde i sig själv utgöra en hel liten elektricitetslära, anpassad efter radioteknikens krav. Nomogrammet står på ena sidan av bladet och den tillhörande texten på den andra, varför bladen kunna utklippas, utan att de övriga artiklarna i tidskriften skadas.

Serien påbörjas i detta nummer av tidskriften med ett nomogram över förhållandet mellan ström, spänning och motstånd.

Nätapparaters utförande

ur säkerhetssynpunkt

Av G. Samuelson

(Svenska Elektriska Materielkontrollanstalten)

(Forts. från nr 11.)

I novembernumret nämnde förf. inledningsvis något om vad man har att iakttaga vid byggandet av en radioapparat eller förstärkare, för att densamma vid prov skall komma att kunna fylla de i provningsbestämmelserna angivna fordringarna. Vi skola här nedan behandla dels uppbyggnaden och dels en del av de föreskrivna proven. Emedan radioapparaternas effektförbrukning vanligtvis uppgår till mellan 20 och 60 watt och detta huvudsakligen blir värme, som skall ut ur lådan, måste man sörja för en så god ventilation som möjligt. Därför bör tillräckligt antal hål upptagas i lådans botten, där luften äger fritt tillträde. Dessa hål få dock ej vara så stora, att man med det tidigare omtalade provfingret kan beröra några de-

taljer, vilka föra farlig spänning. I lådans överkant bör lämpligen anordnas ett någorlunda rikligt utlopp för den uppstigande varma luftströmmen. Detta senare sker ju enklast genom att bakstyckets överkant avtages. Även här måste ihågkommas beröringsskyddet. (Fig. 1.)

Från den tvåpoliga brytaren, som sist omnämndes, gå vi i en växelströmsapparat via spänningsomkopplaren in på transformatorns primärsida. I en allströmsapparat ha vi vanligtvis förkopplings- eller seriemotståndet. Såväl transformator som seriemotstånd måste vara så dimensionerade och placerade, att någon otillåten temperaturstegring här ej åstadkommes. Dessutom måste sörjas för att exempelvis motståndet inte anbringas så, att detsamma delgiver brännbara delar i sin omgivning en för hög tem-

peratur. För att förhindra att exempelvis lådans tak ej blir för varmt, kunna skärmar av plåt fördela och avleda värmten. (Fig. 2.)

För att kunna bilda sig en uppfattning om de tillåtna temperaturerna återgiva vi här de i provningsbestämmelserna angivna värdena, vilka äro uppdelade i två grupper, nämligen under provvillkor A och B. Värdena angiva tillåten temperaturstegring, alltså det värde, som överstiger rumstemperaturen.

Del	Tillåten temperaturstegr. ° C	
	Provvillkor A	Provvillkor B
1. Ytan på fritt åtkomliga delar av metall	30	50
2. Delar av trä, papp o. dyl.	50	60
3. Delar av bakelit, pertinax eller liknande	50	70
4. Gummi	30	50
5. Lindningar av emalj- eller lack-tråd	60	120
6. Lindningar av silkes-, pappers- eller bomullsomspunnen tråd, ej impregnerade	50	90
7. Lindningar enligt 6, värmebeständigt impregnerade	60	100
8. Motstånd på stomme av bakelit, pertinax eller liknande	50	70
9. Plåtkärnor i lindade spolar	60	120

Värdena under provvillkor A äro de, vilka framkomma som maximivärden, då apparaten anslutes till en nätspänning, som motsvarar 1,1 gånger den högsta märkspänningen och med apparatens märkfrekvens. De under provvillkor B angivna värdena gälla de, vilka uppkomma då under detta prov A avsiktligt framkallade fel förekomma, vilka betingas av att exempelvis ett för kort avstånd någonstans i apparaten har måst kortslutas och härigenom en temperaturstegring uppstått. Som regel gäller alltså, att om ett avstånd är för kort skall det kortslutas, och härvid får ej exempelvis ett motstånd bli för varmt och därvid förorsaka skada i sin omgivning. Enligt IFK-bestämmelserna skola även de för korta avstånden i rören (vakuumsträckorna) kortslutas. Alla i ledande förbindelse med starkströmsnätet stående förbindningar skola

på fullt betryggande sätt hållas skilda från övriga, och i apparaten ingående motstånd och kondensatorer skola hållas skilda från varandra och dessutom skola alla delar vara så väl fixerade, att de ej under provning rubbas ur sitt läge.

Då det nu gäller att placera alla dessa delar i ett apparatchassi, är utrymmet ofta nog rätt så begränsat. Därför komma gärna de olika delarna alltför nära varandra. Vi komma då in på de erforderliga isolationsavstånden, vilka äro minimivärden. Dessa avstånd äro uppdelade i två grupper, vilka kallas krypsträckor och luftsträckor. Krypsträckan är det kortaste avståndet mellan två spänningsförande delar med potentialskillnad, räknat längs *isoler-materialets yta*. (Fig. 3 a.) Luftavståndet är det kortaste avstånd, som kan uppmätas mellan de två spänningsförande delarna. (Fig. 3 b.)

Värdena på avstånden äro helt beroende på den spänningsskillnad, som förekommer mellan de båda detaljerna. Här nedan äro spänningvärdena angivna såsom toppspänningar eller amplitudvärden. Sålunda få krypsträckorna ej understiga:

2 mm vid toppspänningar mindre än eller lika med 34 volt,

3 mm vid toppspänningar större än 34 volt och mindre än 350 volt,

4 mm vid toppspänningar större än 350 volt och mindre än 500 volt.

Motsvarande luft- och vakuumsträckor få ej understiga:

2 mm vid toppspänningar mindre än eller lika med 34 volt,

3 mm vid toppspänningar större än 34 volt och mindre än 500 volt.

Motstånd och kondensatorer skola hållas skilda från varandra, så att värmen ej skadar isolationen. Detta i all synnerhet som exempelvis kondensatorer vanligtvis äro fyllda med paraffin eller annat material med tämligen låg smältpunkt.

Vid skruvförbindningar får kontaktrycket ej förmedlas av isolermaterial, såsom pressmaterial, bakelit etc. Sätter

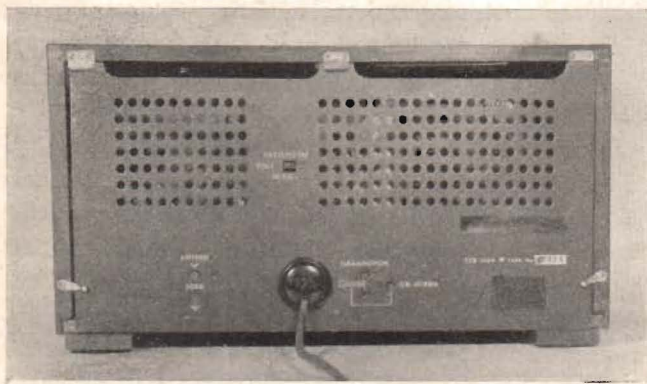


Fig. 1. Exempel på urtag i bakstyckets överkant som utlopp för värmten.

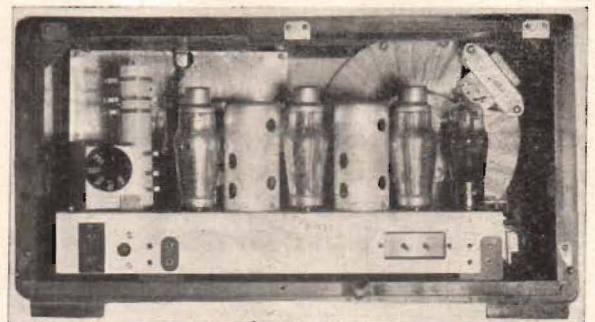
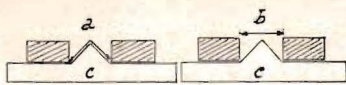


Fig. 2. Exempel på avskärmning av seriemotståndet.



c = isolermaterial

Fig. 3 a och 3 b.

man en gängad bult genom isolermaterial och en mutter på varje sida, så lossna dessa muttrar vanligen efter längre eller kortare tid. Ligger nu en kabelsko eller ledning under en av muttrarna, så uppstår här lätt glappkontakt. (Fig. 4 a.) Detta kan förhindras genom att anslag eller stöd anordnas så, att bulten blir oberoende av isolermaterialet. (Fig. 4 b.)

Den för inkoppling till starkströmsnätet avsedda flyttbara ledningen skall vara väl fäst i apparaten och effektivt avlastad från såväl dragning som vridning, så att isoleringen skyddas mot onödigt slitage.

Provningsmetoder.

Då vi nu äro någorlunda på det klara med den inre uppbyggnaden, skola vi i korthet gå igenom en del av de prov som apparaten måste uthärda. Till att börja med skola vi erinra om prov på säkringar.

Temperatursäkring förekommer ibland insatt i transformatorn. Denna skall kunna bryta de strömkretsar, vilka äro inkopplade efter säkringen, och dessa skola då vara kortslutna. Provet utföres med 1,1 gånger den högsta märkspänningen, och detta upprepas tio gånger, varvid bestående ljusbåge ej får bildas eller annan skada uppstå.

Smältsäkring, om sådan kommer till användning, skall vara av provad och godkänd typ. Provet här utföres med 275 V =, och säkringen skall kunna bryta 75 A momentant. Vid detta prov seriekopplas en normal grupsäkring på 10 A, och skall apparatsäkringen bryta oberoende av grupsäkringen.

Fallprovet är ett av de strängare mekaniska proven. Detta består i att apparaten spännes fast vid en träskiva, vilken kan höjas, varefter apparaten får falla 5 cm mot underlag av trä. Detta prov upprepas 15 gånger. Härefter vrides apparaten 90°, fastspännes och provet upprepas. På detta sätt utföres prov i sex olika lägen, alltså sammanlagt 90 fallprov. Provet utföres utan spänning, men med isatta rör, och några förändringar, som kunna äventyra säkerheten, få icke äga rum. (Fig. 5.)

Efter detta prov utföres vrid- och dragprov på utifrån tillgängliga manöverorgan, varvid 5 kgcm vridmoment och 4 kg dragning i axelriktningen tillämpas.

Nu följer värmeprovet på apparaten. Detta skall utföras i en rumstemperatur av $20 \pm 5^\circ \text{C}$, och härvid skola alla rattar stå inställda på minimivärdet. Alla uttag skola vara förbundna med godtycklig pol av strömkällan, och nätspänningen skall vara 1,1 gånger den högsta märk-

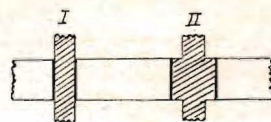


Fig. 4 a och 4 b.

spänningen vid apparatens märkfrekvens. Apparaten skall vara ansluten så länge, att densamma hinner antaga konstant arbetstemperatur.

Efter ca 2 tim. har temperaturen vanligtvis stigit till slutvärdet, varför mätningar kunna äga rum, och få de i tabellen angivna värdena (temperaturstegring) då ej överskridas. Härvid användes dels termometrar och dels termoelement. För drosslar och transformatorer bestämmes temperaturen genom motståndsmätning. I detta senare fall mätes det ohmska motståndet vid rumstemperatur och sedan i varmt tillstånd, då man genom beräkning enligt känd formel kan räkna ut temperaturstegring.

Transformatorer och drosslar få t. ex. enligt provvillkor A ej antaga mer än 60° övertemperatur. Har man ej tillgång till erforderliga instrument, kan en enkel kontroll här göras genom att anbringa små smältkroppar av bivax på järnkärnan. Denna antager vanligtvis ca 20° lägre temperatur än lindningens medelvärde, varför övertemperaturen hos kärnan vid gränsen för de tillåtna 60° hos lindningen uppgår till ca 40° . Vaxets smältpunkt ligger vid $63\text{--}65^\circ \text{C}$, varför vid $23\text{--}25^\circ$ rumstemperatur värdena sammanfalla. Efter värmeprovet utsättes apparaten för fuktprov, vilket består i att apparaten under 48 timmar insättes i ett rum, där luftens relativa fukthalt uppgår till 93—95 %.

Omedelbart efter detta prov följer spänningsprovet.

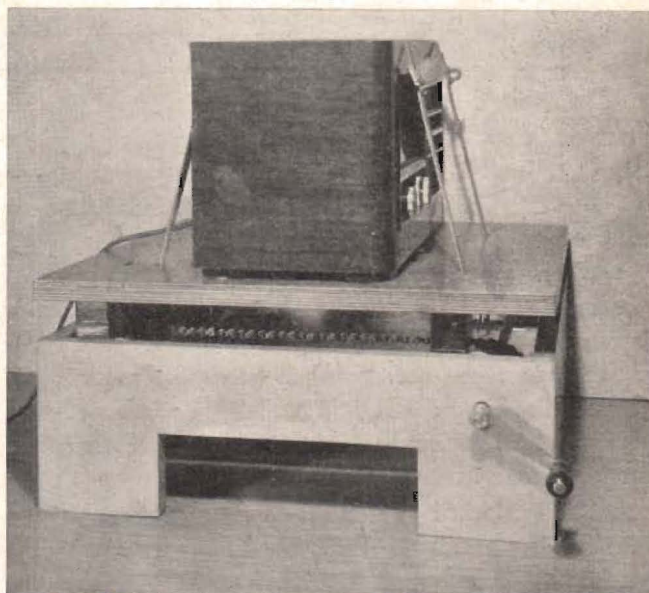


Fig. 5. Provapparat för fallprov.

Provspänningen uppgår vid en växelströmsapparat av normal typ vanligtvis till värden över 2 000 V växelspanning, 50 p/s. Denna provspänning anbringas mellan å ena sidan alla de olika apparatuttagen, vilka sinsemellan skola vara förenade, och å andra sidan apparatens nätpoler, under 1 min., varvid överslag, genomslag eller annan skadlig förändring ej får inträffa. Isolationsmotståndet får efter detta prov, mätt med 500 V =, ej understiga 2 megohm.

Slutligen återstår rostprov på delar av metall, vilka

kunna skadas så, att säkerheten härigenom skulle kunna äventyras.

Vad som nu är sagt i detta ämne är avsett att vara en enkel orientering över de gällande provningsbestämmelserna nr 6, och gör densamma såsom sådan ej anspråk på att vara fullständig. Dock framgår förmodligen därav tillräckligt för att kunna visa, att det ej är så lätt att bygga en apparat, som vid en första provning helt kommer att kunna fylla gällande fordringar.

Frekvensmodulering

En kritisk jämförelse

Av civilingenjör Gösta Johansson

(Forts. från nr 11.)

Försöker man sig på att från olika synpunkter kritiskt granska FM-systemets fördelar och ev. nackdelar, kommer man till ungefär följande resultat. Först som sist måste då framhållas, att inom ultrakortvågsområdet äro de atmosfäriska störningarna långt mindre framträdande än vid högre våglängder. De äro dock, särskilt sommartid, en oangenäm företeelse vid vanliga mottagare, som arbeta med hög känslighet. Däremot äro mottagare för FM praktiskt taget immuna mot varje slag av atmosfäriska störningar, trots att mottagningen ofta sker vid låga signalfältstyrkor med åtföljande hög förstärkning.

Lokala elektriska störningar äro särskilt utpräglade på ultrakortvåg, varvid de båda systemen alltså ställas inför samma problem. Hittills ha dessa störningar varit det, som i praktiken begränsat räckvidden. Av stor betydelse är därför att mottagare för FM äro mycket effektivare mot just dessa störningar, vilket betyder, att det erfordras åtskilligt lägre sändareffekt för att »överrösta» störningarna. Den uppnådda effektvinsten i detta fall håller sig mellan 10 och 1 000 gånger, dvs. 10 à 30 dB.

Hur är det nu med fideliteten hos FM-systemet? Vi tänka oss ett försök att med vardera systemet åstadkomma samma höga grad av fidelitet, förutsatt att *sändareffekten* ej får spela någon roll. Man har funnit, att under dylika förutsättningar *kan* AM i bästa fall ge samma fidelitet som FM, men då kunde endast mycket låga moduleringsgrader komma i fråga.

Beklagligtvis är i de flesta fall den uppnåeliga effekten begränsad, särskilt vid UHF, varför det är av alldeles särskild betydelse, att ett program kan med en given kvalitet sändas till en viss mottagare med mycket mindre

sändareffekt vid FM än vid AM. Vinsten är i detta avseende 10 à 100 gånger eller mera.

Amplituddistortion beror vid AM inte bara på ev. överstyrning av rören utan även på icke-lineariteten hos rörkaraktistikorna. Vid FM uppkommer sådan harmonisk distortion ej på grund av rörkaraktistikornas egenskaper utan fastmer beror den på de använda svängningskretsarna. Nu synes det emellertid vara lättare att konstruera en lineär krets än ett lineärt rör, vilket också förklarar de fantastiskt låga värdena på distortionen hos FM-sändare, jämfört med AM. Fideliteten bestämmes ju inte bara av registrets övre gräns, utan minst lika mycket av amplituddistortionen, varav man förstår, att det tjänat mycket litet till att vid AM höja frekvensgränsen, eftersom övrig distortion ej varit tillräckligt reducerad i sändare och mottagare.

Förutom fideliteten är det ökade signal-störningsförhållandet en fråga av största betydelse. Det gäller sålunda blott att utnyttja dessa fördelar. Alltsammans hänger till stor del på i vilken utsträckning man i varje fall blir nödsakad att övergå till UHF-banden på grund av den alltmer ökade trängseln i etern. Som förhållandena f. n. gestalta sig, kan man inte vid AM räkna med ett tonfrekvensomfång över 5 000 p/s utan övergång till UHF.

Förf. skall inte taga utrymme i anspråk för en närmare granskning av huruvida denna högre fidelitet är önskvärd eller ej. Antag emellertid, att rundradiosändning på UHF är ett önskvärt steg. Då inställer sig frågan, vilken väg som bör följas i fortsättningen. Skall det bli AM, vidbands-FM eller smalbands-FM?

Det tycks inte råda något tvivel om att FM ger bättre kvalitet och större räckvidd för ett givet effektbelopp, vil-

ket i särskild grad gäller vidbands-FM, som i gengäld fordrar större utrymme på bandet. Även om det *nu* tycks vara mycket gott om plats på UHF-området, får man dock vara försiktig och förutseende, så att ej den framtida utvecklingen hämmas.

Avslutningsvis skulle fördelarna med FM kunna sammanfattas i följande något koncentrerade form.

1) Förbättrat signal-störningsförhållande. Under likartade förhållanden utgör vinsten upp till 20 à 25 dB. Detta innebär, att man får en anmärkningsvärd frihet från såväl atmosfäriska som andra störningar, härrörande från exempelvis högfrequensapparater, bilars tändsystem och kommutatormotorer.

2) En FM-sändare erhåller ett mera markerat och likformigt verkningsområde, emedan signal-störningsförhållandet förblir högt, ända tills signalfältstyrkan sjunkit till ett mycket lågt värde.

3) En jämförelsevis mycket mindre geografisk interferenszon erhålles vid FM, när två sändare arbeta samtidigt på samma frekvens.

4) Förstärkningen i en FM-sändare blir enklare, enär man i alla steg för frekvenskontroll, modulering, dubbling etc. kan hålla nivån låg och först i slutsteget behöver höja effekten genom användning av en klass C förstärkare, som dessutom har hög verkningsgrad.

5) Ett givet verkningsområde kan vid FM täckas med avsevärt lägre antenneffekt tack vare det högre signal-störningsförhållandet.

Litteratur:

1. *J. R. Carson*: Notes on the theory of Modulation. Proc. I.R.E., Febr. 1922.
3. *B. van der Pol*: Frequency-Modulation. Proc. I.R.E., Juli 1930.
5. *H. Roder*: Amplitude-, Phase- and Frequency-Modulation. Proc. I.R.E., Dec. 1931.
7. *J. G. Chaffee*: The detection of frequency modulated waves. Proc. I.R.E., Maj 1935.
- *8. *E. H. Armstrong*: FM Advances. Electronics, Juni 1935.
9. *J. J. Lamb*: Frequency-Modulation. Q.S.T., Sept. 1935.
11. Phase-Frequency-Modulation. Electronics, Nov. 1935.
- *12. High-Power Frequency-Modulation. Electronics, Maj 1936.
- *13. *E. H. Armstrong*: A method of reducing disturbances in radio signalling by a system of frequency-modulation. Proc. I.R.E., Maj 1936.
16. Frequency-Modulation. Electronics, Mars 1937.
17. *M. G. Crosby*: Frequency-Modulation Noise Characteristics. Proc. I.R.E., April 1937.
18. *H. Roder*: Noise in Frequency-Modulation. Electronics, Maj 1937.
19. Frequency-Modulation. Wireless World, 16. Juli 1937.
20. *H. Roder*: Tuned circuits and FM signal. Proc. I.R.E., Dec. 1937.
21. *D. L. Jaffe*: Armstrongs Frequency-Modulation. Proc. I.R.E., April 1938.
23. Breit-Band Frequenz-Modulation. E.N.T., Aug. 1938.
24. *E. H. Plump*: Störverminderung durch Frequenz-Modulation. Hochfr. u. El. Ak., Sept. 1938.
- *25. FM Demonstrated. Electronics, Mars 1939.
26. *I. R. Weir*: Field Tests of Frequency- and Amplitude-Modulation with U.H.F. waves. General Electric Review, Maj, Juni 1939.

28. Der Discriminator. Radio-Mentor, Maj 1939.
- *30. *J. R. Day*: A Receiver for Frequency-Modulation. Electronics, Juni 1939.
33. *G. W. Flyer & J. A. Worcester*: A Noise-Free Radio Receiver. General Electric Review, Juli 1939.
36. Frequenz-Modulation. Hochfr. u. El. Ak., Aug. 1939.
37. Die Frequenzmodulation von Armstrong. Radio-Mentor, Aug. 1939.
39. *D. Noble*: Frequency-Modulation Fundamentals. Q.S.T., Aug. 1939.
40. First frequency-modulation receivers for high-quality reception. General Electric Review, Sept. 1939.
41. *R. E. Shelby*: A cathode-ray frequency-modulation generator. Proc. I.R.E., Sept. 1939.
43. *Youcum*: Frequency-Modulation. Communications, Nov. 1939.
- *45. Frequency-Modulation Transmitters. Electronics, Nov. 1939.
49. Frequency-Modulation in Television. Electronics, Dec. 1939.
- *51. Frequency-Modulation — a revolution in broadcasting. Electronics, Jan. 1940.
- *52. *J. F. Rider*: The new FM — a simple explanation. Electronics and Television & Short-Wave World, Jan. 1940.
53. *M. G. Crosby*: The service range of frequency-modulation. R.C.A. Review, Jan. 1940.
54. *J. G. Chaffee*: Frequency-Modulation. Bell Laboratories Record, Febr. 1940.
55. *C. W. Carnahan & A. C. Loughren*: Frequency-Modulation in Television. Electronics, Febr. 1940.
56. *C. F. Sheaffer*: Frequency Modulator. Proc. I.R.E., Febr. 1940.
57. Erzeugung der Frequenzmodulation. Radio-Mentor, Febr. 1940.
58. Frequency-Modulation. Telephony, 10. Febr. 1940.
59. *F. A. Gunther*: Notes on FM Transmitters. Communications, April 1940.
- *61. Frequency-Modulation gets its day in court. Electronics, April 1940.
66. Der Empfang frequenzmodulierter Schwingungen. Radio-Mentor, Maj 1940.
- *67. *R. F. Shea*: Frequency-Modulation Receiver Design. Communications, Juni 1940.
- *68. *M. L. Levy*: Narrow Band vs wide Band in Freq. Mod. Reception. Electronics, Juni 1940.
69. Amplituden- oder Frequenzmodulation? Radio-Mentor, Juni 1940.
- *71. *M. G. Crosby*: Reactance tube frequency-modulator. Q.S.T., Juni 1940.
72. Synchronized Frequency-Modulation. Communications, Aug. 1940.
- *74. *M. Hobbs*: FM receivers — design and performance. Electronics, Aug. 1940.
78. *W. H. Doherty*: Synchronized FM Transmitter. Bell Laboratories Record, Sept. 1940.
79. *L. J. Black & H. J. Scott*: Modulation Limits in FM. Electronics, Sept. 1940.
81. *W. R. David*: FM Broadcast Transmitters. Communications, Okt. 1940.
83. *J. F. Morrison*: A new broadcast-transmitter circuit design for frequency-modulation. Proc. I.R.E., Okt. 1940.
84. *R. F. Guy & R. M. Morris*: N.B.C. frequency-modulation field tests. R.C.A. Review, Okt. 1940.
85. *W. L. Everitt*: Frequency-Modulation. Electrical Engineering, Nov. 1940.
87. *S. G. Taylor*: New 27—145 Mc FM—AM Receiver. Communications, Dec. 1940.
- *88. *E. H. Armstrong*: Evolution of Frequency-Modulation. Electrical Engineering, Dec. 1940.
89. Rochester ... 1940. Electronics, Dec. 1940.
91. Synchronisierte Frequenzmodulation. Radio-Mentor, Dec. 1940.
92. *T. Vellat*: Der Empfang frequenzmodulierter Wellen. Telefonen-Mitteilungen, Heft 85, 1940.
103. Frequency-Modulation Transmitters. Communications, Mars 1941.
- *104. *M. L. Levy*: Frequency-Modulation Receivers. Communications, Mars 1941.

* Anger ett urval av artiklar, som antingen äro av särskild värde på grund av sin fullständighet eller kunna rekommenderas på grund av tidskrifternas relativa lättillgänglighet här i landet.

Flyg- och sjönavigering

med hjälp av radion

Av civilingenjör Bengt Svedberg

(Forts. från nr 11.)

Automatiska system.

en anordning för flygnavigering användes ett katodstrålerör för att giva piloten visuell indikering av hans läge i förhållande till den korrekta kursen vid flygning längs en radiofyrstrålnippe. Tvenne varandra delvis täckande fältstyrkekurvor markera kurslinjen, varvid den ena är modulerad med punkter och den andra med streck. När den ena av dessa tar överhanden, vet piloten att han är ur kurs, medan längs den centrala linjen båda signalerna inkomma med samma styrka och skapa en kontinuerlig ton, vilken höres i hörluren *P*, fig. 16. För att erhålla visuell indikering påläggdes den mottagna signalen en fasuppdelande krets *CR*, shuntad över den avstämda anodkretsen till röret *V*. De två olikfasiga komponenterna påläggas avläkningsplattorna *D*, *DI* hos ett katodstrålerör *T*, på vars skärm de alstra cirklar. Radien hos dessa är bestämd av signalens relativa styrka, fastän ljusstyrkan hos figuren alltid är något större för streck än för punkter. Indikeringen enligt (a) visar t. ex., att maskinen befinner sig på strecksidan, den enligt (b), att den är på punktsidan, medan den vid (c), där båda cirkelarna smälta tillsammans, visar att maskinen flyger i kursriktningen.

Samtidig indikering av utslagen på ett flertal instrument på ett flygplans instrumentpanel kan erhållas på ett katodstrålerörs skärm enligt följande system. Förbindelserna mellan indikatorn och de olika instrumenten visas i fig. 17. Sex olika instrument äro förenade med katodstråleröret: en blindlandningsmottagare, en konstgjord horisont, en gyrokompass, en höjdmätare, en hastighetsmätare samt en radiokompass. Indikeringar från fyra av dessa mät-

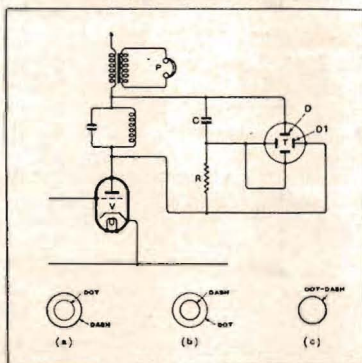


Fig. 16. Katodstrålerör för visuell indikering av kurslinjen.

anordningar kunna synas samtidigt på skärmen. Vidare äro indikeringarna sammanförda så, att piloten har en kontinuerlig indikering av planets läge med hänsyn till jordytan och dess ställning i förhållande till horisontal- och vertikalplanen.

Dessa fyra indikeringar erhållas samtidigt genom en kommutator, som förbinder instrumenten samt styrgallret och avläkningsplattorna hos katodstråleröret med 60 till- och fränkopplingar av de olika instrumenten per sekund. På grund av denna höga frekvens vid kommuteringen synes varje spår av ljus för varje indikering lysa kontinuerligt utan blinkningar, trots att indikeringarna successivt följa på varandra. Den elektriska förbindelsen mellan instrumenten och katodstråleindikatorn sker genom små Selsyn-motorer. Dessa bestå av ytterst känsliga magnetiska »pick-ups», vilka använda ett trefassystem för att utsända en indikering av rotationen hos instrumentens rörliga axel.

När sålunda planet ändrar riktning, ändras utslaget på gyrokompassen. Ett litet magnetiskt element, förenat med kompassrotorn, flyttar sig också, och därmed rör det sig över en trefasledning hos Selsyn-anordningen. Detta organ sänder över ett trefradssystem dessa indikeringar, vilka sedan alstra en motsvarande förändring i inställningen hos en mottagande Selsyn-motor, som är förenad med indikatorn. Den mottagande Selsyn-motorn roterar på ett sådant sätt, att den alstrar en förändring i likspän-

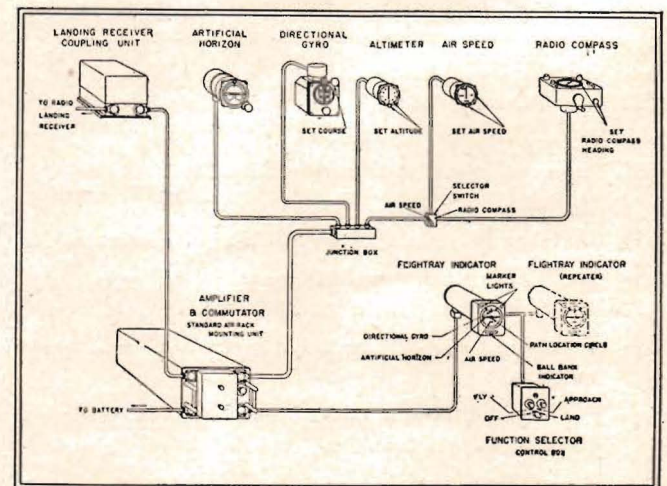


Fig. 17. System för samtidig indikering av sex olika instrument på ett katodstrålerörs skärm.

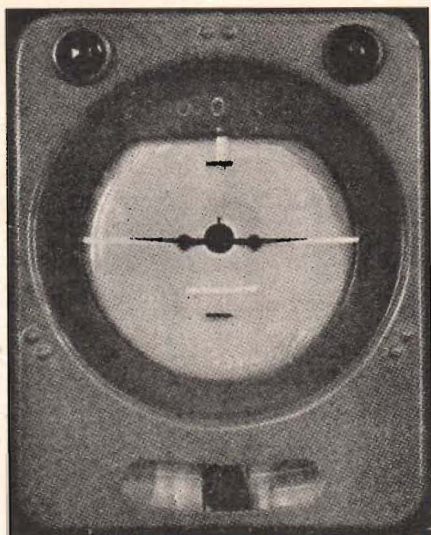


Fig. 18. Indikeringarna på katodstrålerörets skärm vid anordningen enl. fig. 17.

ningen på den horisontella avlänkingsplattan i katodstråleröret. Därmed kommer den korta vertikala linjen överst på skärmen (se fig. 18) att flytta sig från vänster till höger i direkt proportion till rörelsen hos gyrokompassen. En liknande förbindelse användes till blindlandningsmottagaren, som avger en likspänning, angivande planetes läge ovanför eller nedanför och till vänster eller till höger om landningsstrålknippen.

Den kommuterande anordningen är ganska invecklad, eftersom den skall icke endast förse katodstrålerörets avlänkingsplattor och styrgaller med högst varierande spänningar, utan den skall även distortionsfritt kunna överföra mycket små ändringar hos instrumentens inställningar.

Vid flygningen av planet tänker sig piloten, att indikeringarna på katodstrålerörets skärm äro stationära, och att den lilla bilden av ett flygplan, som är målad på skärmen, kan röra sig. Detta innebär, att han flyger denna bild av flygplanet mot markeringarna, liksom om dessa vore stillastående referenspunkter eller själva markytan. Alla flygplanets kontrollorgan äro sammanförda med hänsyn till denna sorts indikering. Vid blindlandning ser sålunda piloten efter att vingarna på flygplanets figur äro parallella med och befinna sig på den linje, vilken markerar horisonten, och att samtidigt den centrala delen av planet befinna sig inom den lysande cirkel, som står under kontroll av blindlandningsmottagaren. Om planet håller sig inom dessa gränser, kommer det att landa under rätt vinkel. Om det å andra sidan kommer ovanför eller nedanför landningsstrålknippen, flyttar sig flygplanets figur i motsvarande grad ovanför eller nedanför. Den korta, ljusa linjen längst ned på skärmen, vilken indikerar flyghastigheten, skall bibehållas så, att den befinna sig nästan

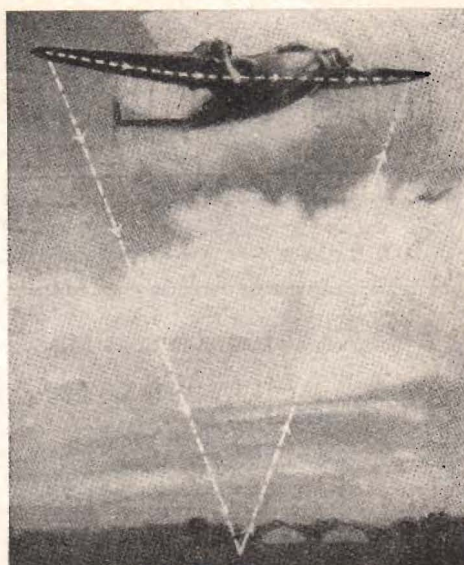


Fig. 19. Höjdmätare för flygplan.

direkt under flygplanet, varmed indikeras att landningshastigheten bibehålles. Om linjen flyttar sig längre ned, minskar flygplanets hastighet i motsvarande grad, och om linjen närmar sig det lilla svarta märket, utgör detta en varning om att man närmar sig sättningshastigheten. Vid flygning vågrätt på vanlig höjd är landningsmottagaren bortkopplad och höjdmätaren inkopplad i stället. Höjdmätaren kontrollerar då den centrala ljuscirkeln och bringar denna att flytta sig ovanför eller nedanför bilden av planet, då detta rör sig nedanför eller ovanför referenshöjden, vilken ges av själva höjdmätaren.

Olika system för höjdmätning, fjärrmanövrering samt upptäckande av osynliga flygplan.

En höjdmätare för flygplan, vilken till skillnad mot den rent mekaniskt verkande lufttrycksbarometern mäter den verkliga höjden över marken och ej över någon viss nollnivå, kan erhållas enligt det system, som visas i fig. 19. Ultrakortvågsoscillatorn på vingen till vänster matar en antenn, vilken utsänder strålning både mot marken och direkt till den på motsatt vinge befintliga mottagarantennen. Figuren visar sålunda hur en stråle går direkt och en stråle via reflexion mot markytan. Eftersom dessa vägar ej äro lika långa, uppstår en fasskillnad mellan dessa två signaler. För att kunna mäta denna fasskillnad automatiskt, omvandla den i enheten »höjd över markytan» samt indikera den på ett instrument, användes frekvensmodulering. Denna sker enligt en sågtandskurva precis som vid den tidigare beskrivna sjöradiofyren. Liksom där uppstår alltså genom fasskillnaden en frekvensdifferens mellan båda strålknippena. Differensfrekvensen uttages

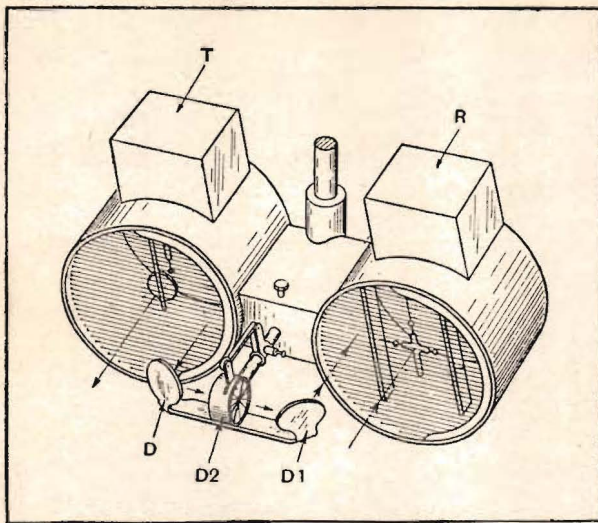


Fig. 20. Hastighetsmätare för flygplan.

genom en vanlig detektor, förstärkes samt ledes till en direktvisande frekvensmeter, graderad i fot. Man finner vid indikatorns användning, att vid passage över en stad uppstå snabba fluktuationer på cirka 50 fot, öppna fältet ger upphov till fluktuationer av lägre frekvens och amplitud. En isolerad, hög skyskrapa eller en fabrikkörsten indikeras endast som en lätt ryckning hos visaren. Höjdmätaren har även visat sig användbar för indikering av flygplanets läge i närheten av en landningsplats med kända hinder omkring, eftersom tidpunkten för passagen av dessa föremål tydligt kan iakttagas. Det är lämpligt att använda två olika mätområden, ett för normal flygning och ett för landning eller flygning på låg höjd. En omkopplare inställer då höjdmätaren på mätområdet 0—1 000 eller 0—5 000 fot. Denna omkoppling av mätområdet kan ske vid själva frekvensmodulatorens, eftersom differensfrekvensen är proportionell mot både frekvensdeviation och frekvens. Dessa tvenne faktorer produkt uttrycker frekvensvariationens storlek hos sändaren, och om de sedan multipliceras med tidsdifferensen $2h/c$, där h är flygplanets höjd över markytan och c är vågornas fashastighet, fås den från detektorn erhållna frekvensdifferensen.

Hastigheten hos ett flygplan relativt marken kan mätas

genom utnyttjning av Dopplers princip. Man använder ett strålknippe av ultrakortvåg, som utsändes från maskinen och reflekteras tillbaka till den från marken. Dopplers princip innebär som bekant, att om en utsändare av vågor förflyttar sig relativt en iakttagare, märkes en skenbar ändring av frekvensen. Ett känt exempel utgör tonhöjdens stigande och fallande hos visslingen från ett förbipasserande tåg.

I enlighet med uppfinningen, fig. 20, är flygplanet utrustat med en ultrakortvågssändare T och en ultrakortvågsmottagare R , monterade sida vid sida i var sin parabolisk reflektor. Sändaren strålar mot markytan ett smalt strålknippe av energi, vilket delvis reflekteras tillbaka mot mottagaren, där det alstrar Dopplers skenbara frekvensändring. Denna är proportionell mot maskinens hastighet relativt reflexionsstället och mätes förmedelst den interferenston, som uppkommer vid kombinationen av den tillbakakastade vågen med den ursprungliga. En mindre stråle går nämligen direkt från sändaren till mottagaren via ett par små reflektorer D , $D1$. En irisbländare D_2 tjänar till att reglera styrkan hos denna direkta stråle, så att den överensstämmer med styrkan hos den reflekterade.

Den modellbåt, som ses i fig. 21, drives medelst en elektrisk motor och ett 6-voltsbatteri samt styres förmedelst ett motordrivet roder. Skötandet av båda dessa motorer sker genom fjärrmanövrering med ett system, som utgöres av en telefonapparat med fingerskiva, vilken ger impulser för varje önskad operation, samt en stegvis arbetande strömbrytare i mottagaren. En impuls sluter strömkretsen 1, två impulser strömkretsen 2. Rodermotorn utgöres av en sådan motor, som användes för avståndsmänövrering av en radioapparat. Sändaren och mottagaren arbeta på 5 meters våglängd, och sändaren avger en omodulerad bärvåg under tidsintervall motsvarande en impuls. Fig. 22 visar kopplingsschemat för det selektiva system, vilket kontrollerar tre olika manövreringsorgan. Reläet (2) stoppar propellermotorn, reläet (3) stoppar rodermotorn och ändrar från back till framåt med samma hastighet, reläet (4) styr båten åt babord, reläet (5) åt styrbord, reläet (6) inställer propellermotorn för lång-

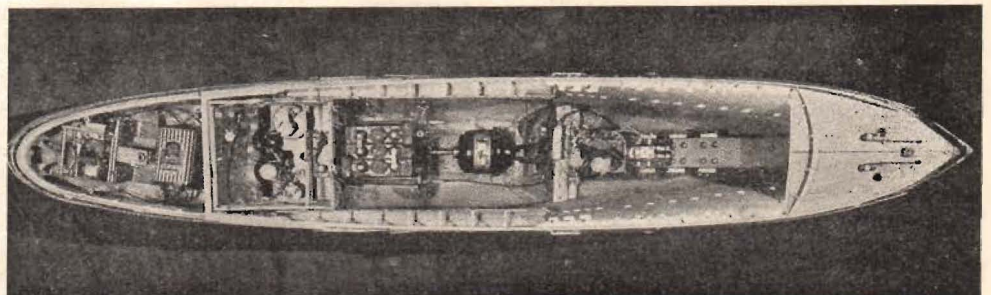


Fig. 21. Fjärrmanövrerad modellbåt.

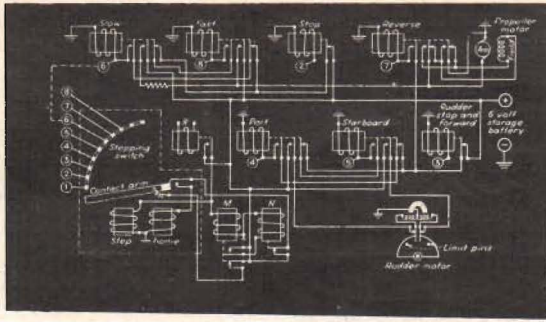


Fig. 22. Manövreringsorganen för fjrrmanövrerad modellbåt.

samt framåt, om ej reläet (7) var påverkat förut, reläet (7) ger back med sakta eller full fart, medan slutligen reläet (8) bestämmer full fart framåt eller back.

Principen för detta selektiva system är baserad på den stegvis arbetande strömbrytaren. Denna består av tvenne reläer, av vilka det ena roterar en kontaktarm ett steg för varje impuls och det andra användes för att frigöra spärrhaken och tillåta kontaktarmen att återvända till startläget. För att icke varje relä skall påverkas, när kontaktarmen går från ett läge till ett annat, finnas de två reläerna *M* och *N*, vilka äro snabbverkande och kräva en kvarts sekund för att återgå till öppet läge. Så länge som avbrotten mellan impulserna äro kortare än en kvarts sekund, förbliva dessa reläer tillslagna och motverka tillslagning av strömbrytarnas reläer. Låt oss följa en typisk manövrering sådan som t. ex. ordern »sakta». Fingerskivan roteras till siffran 6, reläet *R* påverkas av ett relä i mottagarens anodkrets i takt med dessa 6 impulser. Det första slutandet av reläet *R* kommer reläet *M* att slutas, varigenom kontaktarmen samt reläets *N* kretsar slutas. Därigenom öppnas kretsen till den med »home» betecknade elektromagneten. Den första rörelsen hos kontaktarmen sluter en yttre kontakt till »home»-elektromagneten, vilken kontakt är i serie med kontakten till reläet *N*. Därmed tillåtas de återstående impulserna att förflytta kontaktarmen runt till det sjätte läget, vid vilken tidpunkt impulserna upphöra. Då frigöres reläet *M*, varigenom kretsen genom kontaktarmen och reläet »sakta» matas med ström. Frigörandet av reläet *M* frigör även reläet *N*, slutande kretsen till »home»-elektromagneten, vilken senare i sin tur frigör spärrhakens mekanism och tillåter kontaktarmen att återvända till startläget.

Styrningen sker enligt samma stegvisa system som hastighetsregleringen. Därtill har roderkvadranten, vilken omfattar en vridning upp till den maximala effektiva vinkeln 35°, tvenne pinnar, vilka stå i förbindelse med kontakter, varigenom maximivinkeln begränsas.

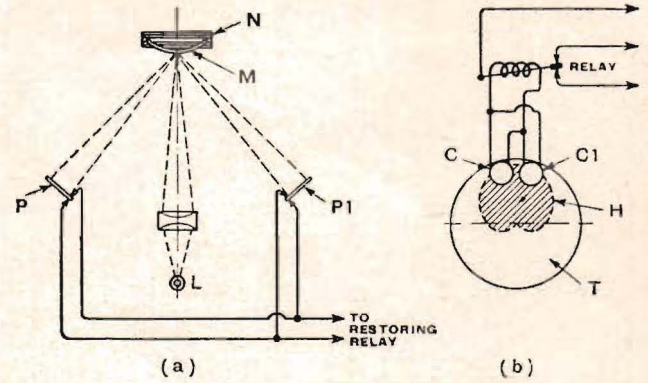


Fig. 23. System för automatisk navigering av flygplan eller fartyg.

En radiokompass, vilken ger en visuell eller direkt indikering av riktningen till en radiofyr, kan användas för att styra ett obemannat flygplan eller fartyg. Såsom framgår av fig. 23 a, pekar nålen *N* hos radiokompassen normalt rakt fram, om kursen sammanfaller med riktningen till fyren, men avviker åt ena eller andra sidan, när denna kurs ej hålles. Nålen, vilken uppbar en liten spegel *M*, befinner sig mellan ett par fotoelektriska celler *P*, *P1*, så att varje rörelse hos nålen bringar en lampa *L* att belysa den ena cellen mer än den andra. Den resulterande strömmen förstärkes och tillföres ett relä, vilket korrigerar styrningen, tills ljusbalansen mellan cellerna är återställd. En annan möjlighet är att låta rörelsen hos nålen *N* påverka balansen hos en kapacitetsbrygga, vilken sedan får påverka reläet.

Enligt anordningen i fig. 23 b är radiokompassens nål ersatt med ett katodstrålerör *T*, på vars skärm riktningen till radiofyren är markerad med en fluorescerande yta, bildande en hjärtformad kurva *H*. Varje ändring hos kurvan, orsakad av att kursen ej sammanfaller med riktningen till fyren, kommer att belysa den ena av de ljuskänsliga cellerna *C*, *C1* mera än den andra, och därmed påverkas styrningskontrollerna via ett relä.

Närvaron av ett osynligt flygplan påvisas genom utsända ultrakorta vågor, vilka reflekteras tillbaka mot ett system av på olika avstånd från varandra grupperade mottagningsantennor, enligt fig. 24. Katodstråleröret *T* matas med synkroniserade impulser från en tidsindikator *F*, och med streckimpulser från en oscillator *L*. De senare impulserna överlagras på längre impulser, varefter kombinationen matas till och utstrålas av antennen *A*. Ett antal mottagningsantennor *B* äro fördelade i olika punkter över den yta, som synes över horisonten, och äro vid *S* kopplade till styrgallret *G* hos katodstråleröret. I vanliga fall komma

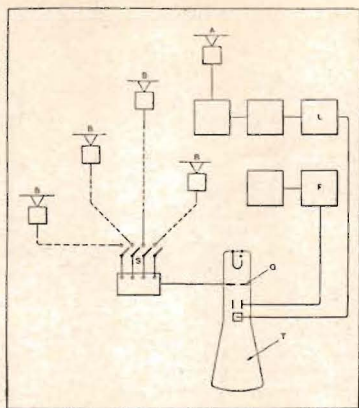


Fig. 24. System för påvisande av osynliga flygplan, som befinna sig ovanför horisonten.

mottagningsantennerna *B* att alstra en figur i form av en vertikal mörk linje, uppkommen av de utstrålade signalerna. Om däremot ett flygplan flyger genom strålnings-

fältet, kommer planet att avskära och reflektera tillbaka en del av vågorna, och dessa komma att nå en eller flera av antennerna *B* vid någon senare tidpunkt än den direkta vågen. Den resulterande fasdifferensen alstrar på skärmen en annan linje, vilken kommer att ändra sig från mörkt till ljus, när flygplanet rör sig framåt i sin kurs. Genom att tillkoppla antennerna *B* i tur och ordning, kan riktningen till det osynliga flygplanet bestämmas med en viss grad av noggrannhet.

Litteratur:

- The Wireless World, 9 febr. 1939: The radio compass.
- The Wireless World, 27 apr. 1939: Recent inventions.
- The Wireless World, 11 maj 1939: Wireless altimeter.
- The Wireless World, 8 o. 15 juni 1939: Automatic navigator.
- Communications, okt. 1937: The automatic radio compass.
- Communications, jan. 1940: A true omnidirectional radio beacon.
- Electronics, mars 1940: Cathode-ray tube used as aircraft instrument indicator.
- Electronics, aug. 1940: Remote control of a model boat.
- Proc. I.R.E., febr. 1940: Aviation and ultra-high frequencies.

Radioteknisk revy

Av ingenjör W. Stockman

Modern permeabilitetsavstämning

Det är nu rätt många år sedan avstämningens anordning med en i en spole förskjutbar kärna av högfrekvensjärn första gången beskrevs i radiopressen. Redan då visades aggregat med flera gemensamt reglerade avstämningsspolar av denna typ. Avstämningen skedde med hjälp av den förskjutbara kärnan, som åstadkom en variation av spolens induktans, och den eljest använda vridkondensatorn var ersatt med en fast kondensator. Såväl spolen (av enkellagertyp) som kärnan voro koniskt formade.

På senaste tid har samma anordning kommit till användning, bland annat för att möjliggöra mottagare med ytterst små dimensioner. Fig. 1 visar avstämningens anordningarna i en italiensk miniatyrsuper av årsmodell 1941, beskriven i den tyska tidskriften *Radio-Mentor*. Man ser de långa, smala cylinderspolarna, hörande till signal- resp. oscillatorkrets, i vilka järnkärnorna förskjutas, mekaniskt hopkopplade och styrda av den mitt emellan spolarna synliga gejdern. Drivningen sker genom ett snöre runt den nedtill synliga axeln. Ett annat snöre driver skalvisaren. Apparaten täcker endast mellanvåg, 210—550 m. Att åstadkomma god följsamhet mellan signal- och oscillatorkretsarna säges ej erbjuda någon svårighet. Signalkretsens *Q*-värde är vid de högsta frekvenserna (kärnan helt utdragen) avsevärt sämre än vid de lägsta frekvenserna, men

det gäller här en billig apparat, på vilken inga höga anspråk ställas.

Detta slag av induktiv avstämning har tidigare varit föremål för utförlig behandling i *Radio-Mentor* (juli 1938 och mars 1941). Här skall endast återges det väsentliga.

Data för permeabilitetsavstämning.

Vid en avstämningens anordning av detta slag är det två krav, som stå i konflikt med varandra. Det ena är kravet på ett tillräckligt stort variationsområde, för att mellanvågsområdet skall kunna täckas i ett skalsvep. Det andra kravet gäller *Q*-värdet vid utdragen kärna. (Vid inskjuten kärna höjer denna spolens *Q*-värde.) För att detta skall bli tillfredsställande, fordras en spole med stor diameter eller i varje fall med ett någorlunda gynnsamt förhållande mellan längd och diameter. Detta är emellertid svårt att realisera, om man samtidigt önskar stor variation i induktansen, ty för det senare fordras en mycket lång och smal spole.

Nöjer man sig med ett mindre variationsområde, kan man använda en kortare spole med större diameter, varvid *Q*-värdet blir högre. Med en cylinderformad kärna, 20 mm lång och 8 mm i diameter, samt en med litztråd sektion-lindad spole, ej slutande alltför tätt omkring kärnan, upp-när man t. ex. ett *Q*-värde av 140 vid utdragen och 200

vid inskjuten kärna. Induktansen kan i detta fall varieras i förhållandet 4:1, och relativa frekvensområdet blir alltså 2:1. Ju mindre variation man kan nöja sig med, desto mera kan Q-värdet och därmed selektiviteten hos mottagaren höjas. Ytterlighetsfallet i denna riktning utgöra de vanliga järnpulverspolarna med trimkärna, där ju variationen endast är av storleksordningen 10 % och Q-värdet när upp till värden över 300 vid 1 500 kHz.

Genom vissa konstgrepp är det dock möjligt att vid tillfredsställande högt Q-värde åstadkomma en induktansvariation större än 4:1. En metod är visad i fig. 2. Vid helt utdragen kärna K är S sluten, således spolarna L_1 och L_2 parallellkopplade. T är en trimkondensator, och C är kretsens fasta avstämningkondensator. Kärnan skjutes först in helt i L_1 , varvid totala induktansen i kretsen ökar till ett visst värde. I detta ögonblick öppnas S automatiskt genom den mekanism, som åstadkommer kärnans rörelse, och L_2 ger nu med C samma resonansfrekvens, som $L_2//L_1$ ger med $C+T$, då kärnan är helt inskjuten i L_1 . Därefter fortsätter kärnan in i L_2 , och induktansen ökar ytterligare. I fråga om dimensioneringen har L_2 avsevärt större induktans än L_1 , bortsett från kärnans inverkan. Mellan de båda spolarna finns en ömsesidig induktans, som varierar med kärnans läge i L_1 .

I oscillatorkretsen hos en superheterodyn fordras mindre variation än i signalkretsen. Vid 470 kHz mellanfrekvens räcker det med en induktansvariation av 4:1, varför konstgreppet med automatisk spolomkoppling endast behöver tillämpas på signalkretsen. För att få följsamhet mellan de båda kretsarna lindar man de sektioner av oscillatorspolen, som ligga mitt för L_1 , med färre varv och sektionerna mitt för L_2 med flera varv, detta om de båda kärnorna förskjutas parallellt och i jämbredd med varandra.

För att följsamhet mellan två eller flera med förskjutbara järnkärnor avstämda kretsar skall kunna åstadkom-

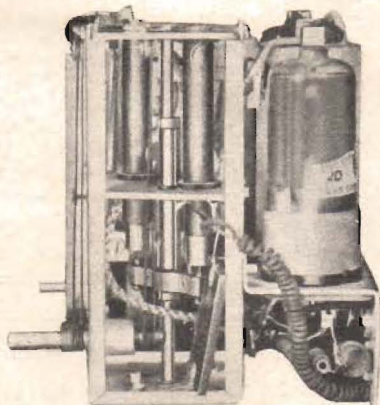


Fig. 1. Anordning för permeabilitetsavstämning i en miniatyrsuper. Man ser de långa, smala, vertikalt anordnade cylinderspolarerna, i vilka kärnor av högfrequensjärn kunna förskjutas med hjälp av inställningsratten.

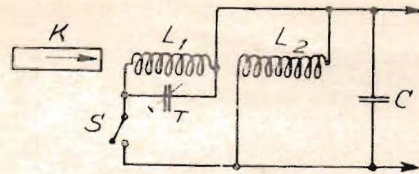


Fig. 2. Anordning för åstadkommande av utökat frekvensområde genom automatisk spolomkoppling. K är kärnan, som först inskjutes i spolen L_1 , varefter denna urkopplas och kärnan fortsätter in i L_2 . Kondensatorn C utgör den fasta avstämningkapaciteten, under det att T är en trimkondensator.

mas, fordras för övrigt att kärnorna äro fullt homogena, så att permeabiliteten har samma värde i alla punkter av kärnan. Vidare måste detta värde vara detsamma vid alla kärnorna. I samband med superheterodynen kan det vara av intresse, att man vid avstämning med förskjutbara kärnor kan få exakt rätt frekvenskillnad i alla punkter på skalan och ej såsom vid den vanliga anordningen med vridkondensator endast i tre punkter.

(Radio-Mentor, juli 1938, mars o. april 1941.)

Både avstämningkärnor och skärmbboxar av högfrequensjärn i Amerika.

Bristen på aluminium, som normalt användes till vridkondensatorer och skärmbboxar, har tvingat radiofabrikanterna att se sig om efter ersättningsmaterial. Genom att använda permeabilitetsavstämning kommer man på en gång ifrån hela kondensatorn. Men inte nog därmed. Även skärmbboxar har man börjat göra av högfrequensjärn, som amerikanerna nu själva framställa i erforderliga kvantiteter.

Fig. 3 visar en avstämningseenhet, använd i en amerikansk bilmottagare med två förselektionskretsar, alltså tre avstämningkretsar inklusive oscillatorkretsen. Man ser framtill två av spolarna i sina skärmbboxar. Den tredje spolen är oskärmad och skymtar baktill mellan de två andra. De tre höj- och sänkbara kärnorna äro fästa på en gemensam brygga på sådant sätt, att de kunna förskjutas något i höjded i förhållande till varandra. Härigenom sker trimningen av kretsarna.

Vid användning av skärmar av högfrequensjärn till mellanfrekvenstransformatorerna säges skärmen ha formen av ett rör, som omger spolen med dess järnpulverkärna. Det blir alltså ett slags långsträckt typ av den hos oss använda burkkärnan, ehuru öppen vid ändarna. Denna järnpulverskärm säges i en del fall vara kompletterad med en yttre skärm, som består av en pappburk, överdragen med folium av koppar eller annan metall. Följande siffror uppgivas för Q-värdet vid olika spolskärmar: högfrequensjärn 165, aluminium 150, zink 140, järn (bleckplåt) 85. Skärm av högfrequensjärn torde ej kunna användas till

TJERNELD SUPER 98

Svensk superheterodyn med 6 rör, därav 2 dubbelrör.

En mottagare för dem, som värdesätta särskiljningsförmåga, effektivitet och naturlig ljudåtergivning.

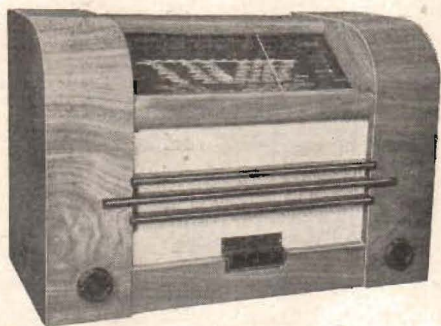
Infodra broschyr och närmare upplysningar om Tjernelds kvalitetsmottagare.

Återförsäljare antagas.



TJERNELDS RADIOFABRIK
Hudiksvallgatan 4, Stockholm.

eia först i svensk radio



EIA-EXELLENT

9-rörs, 9-krets superheterodyn; långvåg, mellanvåg och 3 st. utbredda kortvågsområden, HF-förstärkning; Tryckknappsomk. med lokalmottagningsknapp; stor innerbelyst glasskala; 2 st. dyn. fidelitetshögtalare; 13 watt utgångseffekt; höggångspol. valnötslåda; känslighet bättre än 1 mikrovolt.

N:r V 4389, för växelstr., Kr. 420: — inkl. oms. Distriktsförsäljare antagas på fördelaktiga villkor.

Till ELEKTRISKA INDUSTRI A.-B. Box 6074, Stockholm 6
Sänd utförlig beskrivning och försäljningsvillkor.

Namn:

Bostad:

Adress:

Sänd kupongen i öppet kuvert. — Porto 5 öre. P. R. 12

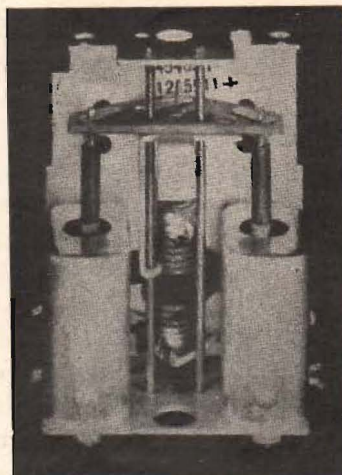


Fig. 3. Avstämningssaggregatet i en amerikansk bilmottagare. Det innefattar tre permeabilitetsavstämda kretsar. Den tredje spolen, som är oskärmad, skyttar i mitten bakom de två andra. Järnkärnorna äro på bilden nästan fullt utdragna ur spolarna.

avstämningsspolarna, då den säkerligen skulle reducera induktansvariationen alltför mycket. (Originalartikeln är oklar i fråga om såväl denna som en del andra punkter.)

(Communications, sept. 1941.)

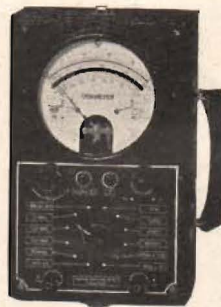
SAMMANTRÄDEN

Stockholms Radioklubb.

Vid sammanträdet den 1 december, som hölls under ordförandeskap av civilingenjör Hilding Björklund, höll civilingenjör Bengt Svedberg föredrag över ämnet: »De ultrakorta vågornas utbredning».

Till julsammanträdet, som äger rum den 16 december, står på programmet ett föredrag av civilingenjör Stellan Dahlstedt om beräkning av drosselspoler med järnkärna.

UNIVERSALINSTR. OVAMETER



OHM-VOLT-AMPERMETER
MED 23 MÄTOMRÅDEN
FÖR LIK- & VAXELSTRÖM
1 mA—10 A och 1,5V—1000 V
samt från 0—100000 Ohm.

BEGÄR PROSPEKT & UPPLYSNINGAR

FRÅN A.-B. INDIKATOR
RÅDMANSGAT. 84 · STHLM

TELEFON 31 45 00

REPRESENT. FÖR INSTRUMENTFIRMA
H. MIKKELSEN & Co., KÖPENHAMN

En eller två portabla transeivers för 56 mc

önskas köpa omgående. Torrbatteri- eller ackumulatordrift. Svar med foto och beskrivning eller uppgift om fabrikat och typ samt pris torde sändas till Flygingenjör Ake Barre, Källgatan 17 B, Västerås.

Populär Radios Handböcker

Modern televisionsteknik

av civilingenjör Harry Stockman

Del I och II

Pris per del kr. 1:50

Utdrag ur fackpressens omdömen:

Teknisk Tidskrift:

»Författaren lämnar på 140 sidor en sammanfattande framställning av televisionens nuvarande stadium, delvis baserad på studieresor. Kapitelrubrikerna äro följande: En återblick på utvecklingen, televiseringens princip, televisionskameran, televisionsstudion, televisionssändarens anordning, frekvensutrymme och vågform, televisionsentennen, televisionsmottagaren.

Boken är enligt slutorden avsedd att göra läsaren förtrogen med televisionsteknikens elementära grunder.

Arbetet läses med behållning, väl också med nöje; man kan dock tillåta sig den misstanken, att en förutsättning härför är, att de elementära grunderna äro för läsaren dessförinnan bekanta. Detta gäller i synnerhet apparatbeskrivningarna, exempelvis den rätt avancerade framställningen av ikonoskopet i kap. III. En aldeles särskild eloge förtjäna kapitlen V och VI, där den icke så lätt förståeliga moduleringen — väl den största stötestenen vid ett mera abstrakt tillägnande av grunderna — mycket klart och med ett detaljerat illustrationsmateriel serveras. Detta är av värde, desto mera som läroböckernas kost i detta hänseende brukar vara skäligen mager.

Författarens beskrivning av 1/2-vågsledare plus kabel för mottagning vid ultrakortvåg är utförlig och förtjänstfull och ett av bokens för praktikern viktigaste partier.

Elementa, Tidskrift för elementär matematik, fysik och kemi:

»Med stor sakkunskap, delvis förvärvad genom studier i England, det land som torde ha hunnit längst på televisionsteknikens område, lämnar författaren en redogörelse för den i verklig mening moderna televisionen. Han förbigår sålunda de system, vilka arbeta med sådana 'mekaniska' anordningar som hålskivor och spegeltrummor, och ägnar sig helt åt det 'elektriska' systemet, som använder katodstrålar såväl för bildens 'avsökning' på sändarsidan som för bildalstringen i mottagarens bildrör.

I fråga om televiseringens princip framhålls betydelsen av bildpunktsantalet och bildfrekvensen. Ikonoskopet, sändarens viktigaste detalj, behandlas med tillbörlig bredd liksom även det för televisering speciella sättet för bär-vågens modulering. Ett kapitel ägnas åt anordningarna i televisionsstudion och ger en god föreställning om de speciella svårigheter, som här möta, icke minst i fråga om

belysningen och de agerandes kläder och 'make up'. Mot-tagarrantennen har gjorts till föremål för en mycket ingående behandling, varemot redogörelsen för själva televisionsmottagaren kan synas väl summarisk. Författaren anser dock, att en närmare behandling av den speciella typ av kortvågsmottagare, som användes inom televisionen, skulle falla utom ramen för ett arbete, vars huvuduppgift är att göra läsaren förtrogen med den moderna televisionsteknikens elementära grunder.»

ERA:

»Huvudvikten i framställningen är lagd på televisionens principer och fysikaliska grunder medan apparatkonstruktionerna behandlats mera ytligt.

Ehuru boken egentligen är avsedd för radiokunnigt folk kan den även tänkas ha ett visst värde för den utomstående intresserade, som önskar bilda sig en uppfattning om hur långt denna nya, i vårt land hittills praktiskt taget oprövade gren av radiotekniken avancerat fram till hösten 1939 — då kriget tills vidare satte stopp för utvecklingen i föregångsländerna England och Tyskland.»

Radio Ekko, Danmark:

»Förste Del omhandlar Televisionens Principer (og For-historie), medens anden Del kommer ind paa de mere tekniske Enkeltheder og omtaler Sender- og Modtager-apparater.

Det lille, særdeles velskrevne Værk vil være till stor Nytte for enhver, som gerne vil have et klart Overblik over Fjernsynsteknikens Virkemaade og Apparatur. Vi kan anbefale den paa det allerbedste.»

Siemens Kundtjänst:

»Detta arbete avhandlar såväl televisionens grunder som de moderna televisionssystemen. Verkningsättet hos den moderna televisionskameran med ikonoskop beskrives ingående. Även de ultrakorta vågornas utbredning samt televisionsentennernas konstruktion behandlas. Huvudvikten har lagts på televisionens introduktion för den, som ämnar mera ingående studera televisionstekniken. Därjämte behandlas många praktiska saker, såsom televisionsstudions inredning, studiotekniken, televisionsprogrammet m. m.»

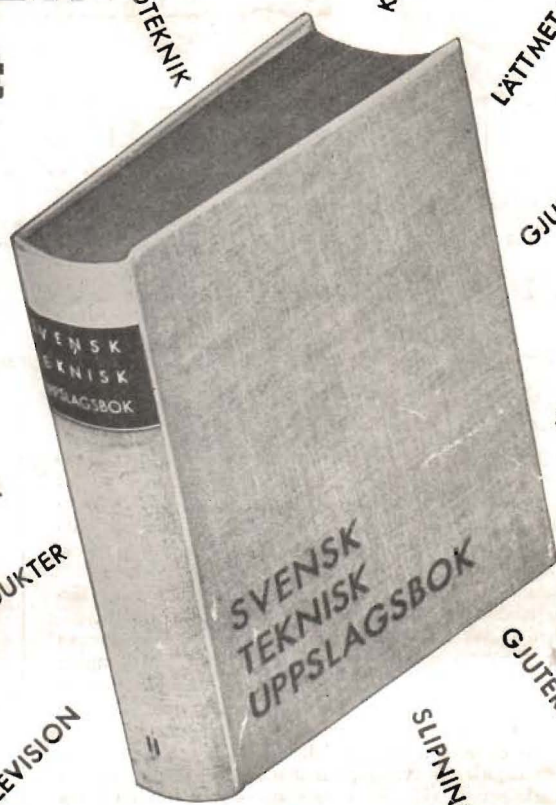
I alla boklådor eller från Populär Radios expedition, Postbox 450, Stockholm.

Prenumeranter på Populär Radio erhålla dessa handböcker för 35 öre per styck, dock endast till ett antal

av en del per abonnemangskvartal. (Gäller även postprenumeranter, om prenumerationskvitto insändes.)

UTVECKLINGEN fordrar tekniskt vetande

SVENSK TEKNISK UPPSLAGSBOK



omspänner flertalet av de tekniska områdena — är uppställd så att alla som arbeta med tekniska frågor i praktiken kan utnyttja den — framstående specialister ha författat den.

DEL 1 910 sid. under medverkan av 36 specialister

DEL 2 1.040 sid. under medverkan av 33 specialister

8.000 exemplar såldes på 3 månader.

Från NORDISK ROTOGRAVYR
Box 450, Stockholm 1, rekvireras:

.....ex. Svensk Teknisk Uppslagsbok, del 1, Kr. 14:-

.....ex. " " " del 2, Kr. 14:-

Betalningssätt:

Namn:

Titel:

Adress: P. R. 12

VERKETS REDAKTION

Professor E. Hubendick

" S. Velander

Civiling. C. A. Strömberg

Pris i linneband,
per del kr. **14:-**

NORDISK ROTOGRAVYR