

POPULÄR

RADIO

tidskrift för radio, television och elektroakustik

Orkesterklangen i radion

Av dr N. van der Pals

Moderna batterimottagare

Amerikanska civila och militära apparater
med miniatyrrör

Av civilingenjör Carl Akrell

Dimensionering av HF-kretsar

Beräkning och utförande av spolar
Kretsarnas trimning

Av ingenjör Gösta Löthman

RC-generator

med ett rör, för fast frekvens. Beräkning
och data

Av teknolog K. R. Smith

Amatörbygge

Enhet nr 3: högfrekvensdelen

Av ingenjör H. Elvingdahl

1944

8

augusti

60 öre



*Ny säsong
nya
förtjänstmöjligheter*

Bilden visar trimning med synlig bandfilterkurva med hjälp av signalgenerator GM 2882, frekvensmodulator GM 2881 samt oscillograf GM 3155.

Endast den, som står rustad att uppfylla allmänhetens krav på snabb och förstklassig service har möjlighet att göra sig gällande i konkurrensen. Philips kan nu som förr leverera erforderliga hjälpmedel härför, och ingen, som har kostat på sig utgiften att anskaffa en komplett utrustning Philipsinstrument, har ännu klagat på dåligt ekonomiskt resultat. Tvärtom ha dessa serviceverkstäder kunnat utvidga och glädja sig åt ett ständigt växande rykte om god service och fackmässig skicklighet.

Philips kan nu även erbjuda helt svenskbyggda mätinstrument, tillverkade vid Norrköpings Elektrotekniska Fabriker A.-B. NEFA. Detta betyder att årtiondens forskningsarbeten och praktiska erfarenheter kombinerats med svensk kvalitet och noggrannhet. Utnyttja detta — välj Philips svenskbyggda elektriska mätinstrument!

Förstklassiga hjälpmedel i Edert arbete skaffar Eder gott anseende, och gott anseende betyder fler kunder och ökade inkomster. Begär därför redan i dag offert och specialbroschyrer.

PHILIPS

SVENSKA AKTIEBOLAGET PHILIPS • MÄTINSTRUMENTAVD. • STOCKHOLM 6

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

Utkommer den 20 varje månad.
Lösnummerpris: 60 öre, dubbelnummer 1 kr.
Prenumerationspris:
1/1 år kr. 6:—, 1/2 år kr. 3:25.

Redaktion, prenumerationskontor och annons-
expedition:
Luntmakaregatan 25, 5 tr., Stockholm.

Telefon: Namnanrop "Nordisk Rotogravyr".
Telegramadress: Nordisk Rotogravyr.
Postgiro 940 — Postfack 450.

Ansvarig utgivare: Simon Söderstam.

EFTERTRYCK AV ARTIKLAR HELT ELLER DELVIS
UTAN ANGIVANDE AV KÄLLAN FORBJUDET

Nordisk Rotogravyr, Stockholm 1944.

POPULÄR

RADIO

ORGAN FÖR STOCKHOLMS RADIOKLUBB
TEKNISK REDAKTÖR: INGENJÖR W. STOCKMAN

INNEHÅLL

AUGUSTI 1944

Litteratur	130
Frågespalten	130
Orkesterklangen i radion	131
Moderna batterimottagare	134
Dimensionering av högfrekvenskretsar	137
Enkel RC-generator	140
Om radiostudions akustik	142
Amatörbygge	145
Några enkla mätningar	147



INDIKATOR reparerar

snabbt elektriska mätinstrument av alla fabrikat och typer på egen modernt utrustad verkstad med specialutbildad och erfaren personal.

Låt ej skadade instrument »bli stående» till ingen nytta utan sänd dem till oss för undersökning. Vi sända gärna en preliminär offert innan arbetet påbörjas, om detta uttryckligen begäres vid instrumentets översändande. Undersökningen utföres kostnadsfritt och Eder enda utgift för denna blir enkelt returporto för instrument, vilket skall bifogas förfrågan.

AKTIEBOLAGET
INDIKATOR

RÄDMANSGATAN 84, STOCKHOLM
Telefon växel 31 45 00

O. Lund-Johansen: *Radio-Diagrammer*, Berlingske Forlag, Köpenhamn, 1944, 80 sidor, oktav, häftad dkr 5:—.

Avsikten med föreliggande arbete är att ge amatörer och servismän en praktisk uppslagsbok med radioscheman. Man har valt sådana scheman, som antingen lämpa sig för amatörbygge eller äro av intresse ur andra synpunkter, t. ex. representera olika standardtyper av mottagare. Varje kopplingsschema är försett med data för ingående detaljer, dvs. motstånd och kondensatorer. När det gäller sildrosslar har man i stället uppgivit fabrikat och typ, vilket nog är alldeles tillräckligt att veta för den danske amatören, som har direkt tillgång till ifrågavarande produkter, men för en svensk amatör är det till föga nytta. Nu kan det ju invändas, att boken främst är avsedd för danska läsare, men hur som helst hade nog uppgifter om induktans vid ifrågakommande likströmsbelastning och även resistans hos drosslarna samt omsättningstal hos transformatorerna varit av ett visst värde.

Till varje schema hör en beskrivning om en halv till en sida jämte uppgift om ersättningsrör, för den händelse att de i schemat angivna rörtyperna ej skulle kunna erhållas. Det rikhaltiga innehållet framgår av kapitelrubrikerna:

Detektormottagare
Högfrekvensmottagare (app. med högfrekvenssteg)
Små superheterodyner
Stora superheterodyner
Kortvägsmottagare
Förstärkare
Mätapparater

På slutet finns en tabell över europeiska rör med sockelkopplingar samt en jämförelsetabell.

Mottagare finnas för batteridrift, växelströmsdrift samt i allströmsutförande. Detsamma gäller förstärkarna. Spolystemen i mottagarna äro i regel angivna endast genom konturer, försedda med firmanamn, dvs. de enskilda spolarna m. m. äro ej utritade. Även i fråga om dessa detaljer är man alltså beroende av att få tag på de angivna fabriken.

Att ingå på en detaljgranskning av en så stor mängd kopplings-scheman, som här förekommer, är naturligtvis ogörligt. Av speciellt intresse för amatörer torde schemana över kortvägssapparater vara. Vid återkoppling med differentialekondensator enl. schemat sid. 41 är det väl tvivelaktigt, om resonansfrekvensen förblir opåverkad, som det sägs i texten. Det är gammal slentrian detta, att tala om att avstämningen ej påverkas, så snart en differentialekondensator förekommer i kopplingen. Vidare är det ju praxis att räkna negativa glödrädsändan som nollpunkt, ej mittpunkten. Svängningen sätter in hårdare, när man går mot positiv potential, ej tvärtom. Av värde äro uppgifterna på kortvägsspolarnas varvtal. Spoldiametern omtalas dock i regel ej, utan i stället hänvisas till spolformar av visst fabrikat. På tal om högfrekvensdrosseln i detektorns anodkrets säges på sid. 44 att »den spärrar för HF-svängningar, som ej blivit likriktade». Detta är kanske ett något underligt betraktelsesätt, när det gäller detektorns funktion. För skiljande av hörtelefon från 250 V anodspänning rekommenderas så stora kondensatorer som 0,5 μ F, och i vissa schema över allströmsförstärkare har man ytterklämmor, som över 50 000 pF stå i direkt förbindelse med nätet. Här i landet äro ju villkoren betydligt strängare. På sid. 47 finns en kortvägssuper med selektiv lågfrekvensförstärkare, enl. uppgift avstämd för 100 p/s. Skall väl vara 1 000 p/s?

Av bokens 80 sidor upptas 24 av annonser från leverantörer av radiomateriel.

Trots att schemabeskrivningarna äro korta, komma en hel del värdefulla synpunkter fram i dessamma. Av särskilt intresse äro uppgifterna om känslighet och utgångseffekt vid mottagare och förstärkare. Boken kommer säkerligen att hälsas med glädje av alla amatörer, i synnerhet som något liknande hittills ej finns tillgängligt på de nordiska språken.

»Elektronrör». 1) Hur stor får gallerförspänningen vara på ett rör? Fördärras röret, om man lägger på för stor gallerförspänning? Detta är ju fallet med anod- och skärmgallerförspänningarna och bör väl därför gälla även för gallerförspänningen.

2) Vad skall anodmotståndet ha för storlek i förhållande till rörets inre motstånd (inre resistans) vid ett motståndskopplat lågfrekvenssteg med triod?

3) Ökar förstärkningen i en triod mer och mer, då man ökar anodmotståndets värde? Bör man med andra ord ha så stort värde som möjligt på detta motstånd?

Svar: 1) Röret tar ej skada av för stor negativ gallerförspänning, tvärtom. Då gallret successivt görs mer negativt, sjunker anodströmmen, för att till slut bli noll. Däremot kan röret skadas av för liten negativ gallerförspänning, ty anodströmmen blir då för stor. — Anod- och skärmgallerförspänningarna äro positiva, under det att gallerförspänningen är negativ. Däri ligger skillnaden.

2) Anodmotståndet, dvs. den yttre resistansen eller belastningsresistansen, skall vara så stor som möjligt i förhållande till rörets inre resistans, ty anodväxelspänningen delar upp sig över de båda resistanserna, och den del, som faller över inre röresistansen, kan man ej tillgodogöra sig. Det hör emellertid till saken, att vartefter man ökar anodmotståndets värde, så stiger även inre resistansen i röret, under förutsättning att den tillförda anodspänningen är konstant, vilket ju i praktiken är fallet.

3) Om man börjar med ett lågt värde på anodmotståndet, t. ex. 20 000 ohm, stiger förstärkningen till en början starkt med anodmotståndets värde, men ju mer man ökar detta, desto mindre blir förstärkningsökningen, och till slut, då anodmotståndet är uppe i kanske några hundra tusen ohm, ökar förstärkningen ganska obetydligt vid ytterligare ökning av anodmotståndet. Går man upp till höga värden på anodmotståndet, komma de högsta tonfrekvenserna att undertryckas. Härigenom sätts alltså en gräns uppåt.

»Push-pull». Är push-pull-kopplat slutsteg alltid att föredra, då man vill ha bästa möjliga ljudkvalitet? Har hört att ljudet blir av en helt annan kvalitet vid push-pull än vid ett enkelt slutsteg. Är detta riktigt?

Svar: Det hela beror på, hur stor effekt man behöver från slutsteget. Vid små fordringar i detta hänseende kan man med ett enkelt slutsteg uppnå önskad distortionsfrihet. Vid större fordringar på utgångseffekt måste man övergå till push-pull-koppling för att erhålla samma grad av distortionsfrihet. Effektnivån, vid vilken övergång från enkelt slutsteg till push-pull måste ske, är olika alltefter önskad grad av distortionsfrihet samt olika vid batteri- och nätdrift. Vid batteridrift måste man tillgripa push-pull (klass B) för att komma upp till 1 W uteffekt, under det att man vid nätdrift kan erhålla flera watt vid ringa distortion från ett enkelt slutsteg.

Någon skillnad på ljudkvaliteten vid enkelt slutsteg och vid push-pull.

Forts. på sida 148

BYTEN OCH FÖRSÄLJNINGAR

Under denna rubrik införa vi standardiserade radannonser av nedanstående utseende till ett pris av kr. 2:— per rad. Minimum 2 raderna utrymme. Dessa radannonser äro avsedda att skapa en försäljningskontakt radioamatörerna emellan.

2 st. 18" Elektr. dyn. högtalare 220 v. säljes för 20:— kr. pr st. Ev. byte. A. Sjöberg, Hofsgatan 32, Hjärtörsand.

Krystallmikrofoner samt kapslar för d:o. till salu billigt. Reparationer utföres även till mycket lågt pris. M. Juhlin, Ingvarsgatan 72, Uppsala.

Hörtelefoner köpes, även felaktiga, bara höljet, nembra och magneten äro hela. Svar med besk. och antal. A. Ericsson, Box 342, Bångbro.

Oscillograf & frekvensmodulator köpes. M. Åkesson, Klagstorp.

Amatörbyggd katodstråleosillograf, rör Philips D G 7-2 säljes eller bytes mot radio. Svar till Erik Enander, Flyttklocksvägen 21, Mariehäll.

POPULÄR RADIO

TIDSKRIFT FÖR RADIO
TELEVISION OCH
ELEKTROAKUSTIK

NR 8

AUGUSTI 1944

ÅRG. XVI

Orkesterklangen i radion

Av dr N. van der Pals

Radio- och grammfonmusiken hör till de få kulturella områden, vars utveckling tillsvidare icke i väsentlig grad hämmats av det långvariga kriget. Det förefaller t. o. m., som om allmänhetens intresse för denna gren av det internationella kulturlivet tilltagit i proportion med ländernas av kriget förorsakade isolering. Utvidgningen av sändarstationernas musikprogram, den stora efterfrågan på musikaliskt värdefulla grammfonskivor och det ökade intresset för radioakustiska frågor äro i detta avseende symptomatiska företeelser. Det växande kravet på klangens akustiska kvalitet vid överföringen av orkestermusik på elektromekanisk väg har givit upphov till ett ivrigt och vittsyftande forskningsarbete, som delvis redan lett till märkliga resultat. I Finland t. ex. har man efter mångahanda experiment lyckats bygga en orkesterstudio, som — med den begränsningen, att den endast är avsedd för en mindre orkester — fyller rätt höga anspråk i fråga om klangkvaliteten vid musikutsändningar. I Stockholm har man på sistone ävenledes kunnat konstatera en väsentlig förbättring av orkesterklangen vid radiokonserter. Trots dessa framsteg återstår dock ännu mycket arbete innan detta komplicerade problem skall kunna betraktas såsom löst. Därom vittnar bl. a. den allttjämt pågående, stundom mycket livliga diskussionen om hithörande frågor. Meningarna gå ofta isär, mot varandra stridande åsikter förfäktas med iver. Men då målet, som man strävar till, är gemensamt, är detta meningsutbyte tvivelsutan nyt-

tigt och fruktbringande. Det ger mångahanda uppslag och öppnar nya perspektiv.

Ett intresseväckande, populärt inslag i diskussionen utgöra de periodiskt återkommande radiodialogerna mellan musiker och tekniker. Och det är just ett av dessa samtal, som givit anledning till här antecknade reflexioner. Bl. a. berördes frågan om skillnaden mellan orkesterklangen i verkligheten och i högtalaren. Det framhölls, att radiolyssnarens intresse löper faran att bli avtrubbat, då orkestrarna ideligen spela samma saker i samma akustiska miljö. Medan konsertbesökarens akustiska intryck, sades det, kompletteras av visuella, och han dessutom har möjligheten att åhöra konserten från olika platser i salen, är radiolyssnaren helt och hållet hänvisad till »det nakna ljudet, och tyvärr i en upplaga, som av olika skäl icke når upp till verkligheten. Kan man då inte *variera* en smula på klangen, blir det gärna en smula tröttsamt.»

Resonemanget bygger tvivelsutan på riktiga iakttagelser, men den dragna slutledningen förefaller allt för ensidig. Det finns nämligen många ivriga och verkligt musikaliska konsertbesökare, som för det första högst ogärna byta sin en gång valda plats i konsertsalen, och för det andra helst lyssna till musiken med slutna ögon, just för att utestänga alla visuella intryck. Problemet ligger således på ett djupare plan. Det som radiolyssnaren framför allt går miste om, är den omedelbara kontakten med den levande konsten, den

psykiska reciprociteten mellan den utförande och åhöraren, således ett irrationellt andligt moment, som icke kan överföras på mekanisk väg. För radiotekniken gäller det att såvitt möjligt överbygga detta andliga vakuum genom att utveckla den akustiska klangkvaliteten till en sådan fulländning, att själva klangbilden kunde skänka lyssnaren en fullständig illusion av verkligheten och därigenom hålla hans uppmärksamhet vaken.

Till detta tillsvidare ännu avlägsna ideal söker man komma fram på olika vägar. Såsom ett av medlen mot den akustiska enformigheten nämndes i dialogen klangens variering genom att musikprogrammen utsändas från olika lokaler — en metod, som ju praktiseras i Stockholm, då radioorkestrernas konserter sändas dels från Akademien och dels från Konserthuset. Det konstaterades, att t. ex. Beethovens femte symfoni utsänd från Akademien låter »koncentrerad, en smula torr, men pregnant», och från Konserthuset »stor, fyllig, en smula diffus». Sådana förflyttningar och varieringar kunna, betraktade som experiment, vara nog så intressanta och lärorika. Att grundproblemet på detta sätt dock icke kan lösas, tycktes de samtalande själva vara fullt medvetna om, då de uttryckte hoppet, att den nämnda symfonin i det framtida nya radiohuset skall klinga »klar, ståtlig, pregnant och fyllig». Här beröres problemets kärna, nämligen nödvändigheten av en för ändamålet speciellt konstruerad studiosal, som skulle erbjuda de bästa akustiska förutsättningarna för en i alla avseenden tillfredsställande reproduktion av orkesterklangen i radion. Men i detta fall blir klangens variering genom ombyte av lokal överflödigt. Lyssnarpublikens krav på klanglig omväxling kunde emellertid, synes mig, i framtiden tillfredsställas på ett annat sätt, nämligen genom ett regelbundet internationellt utbyte av direktutsändningar av symfoniska program, utförda av olika förstklassiga orkestrar. Vi skola återkomma till denna fråga längre fram.

I den citerade dialogen diskuterades vidare skillnaden mellan tysk och amerikansk klanguppfattning. Såsom karakteristiska exempel demonstrerades grammofooninspelningar av Berlins filharmoniska orkester och Philadelphias symfoniorkester, varvid den amerikanska skivan med dess saftiga sträckklang och de överdrivna nyanserna befanns ligga idealet närmare än det tyska, som grundar sig på principen att »efterbilda orkesterklangen precis så som man hör den i konsertsalen». I detta sammanhang framhölls den synnerligen märkvärdiga synpunkten, att den s. k. tyska uppfattningen bygger på en »i och för sig riktig idé, om nu bara mikrofonen hade två öron. Men den har faktiskt bara ett, och därför blir klangen litet oklar. Det är nog riktigt, att, såsom amerikanerna göra, skapa en särskild radio- eller mikrofonklang, om man så får säga. Ett musicerande, som skall kunna hävda sig utan några visuella intryck och dess-

utom avlyssnas, populärt uttryckt, med bara ett öra, måste ha något att bjuda utöver konserthusklangen.»

Hela detta i dialogen synnerligen legärt framkastade frågekomplex tarvar, synes mig, en närmare granskning. Att de visuella intrycken för många konsertbesökare spela en högst oväsentlig, t. o. m. störande roll, framhölls i det föregående. Argumentet, att mikrofonen har bara ett öra kan för ren teoretisk synpunkt måhända förefalla plausibelt. Men i praktiken torde det i alla fall vara människans två öron, som även vid musicerandet i radio i alla skeden utgöra det bestämmande kriteriet för bedömandet av klangens mer eller mindre tillfredsställande kvalitet. Mikrofonen såsom sådan kan härvidlag icke vara den utslagsgivande faktorn. Tekniken får icke bli självändamål. En med artificiella medel, såsom överbetoning av vissa register och dylikt, åstadkommen särskild mikrofonklang kan bli ett verklighetsfrämmande akustiskt abstractum, som icke längre motsvarar människans naturliga klangsinne och klanguppfattning. Vore ett sådant förfarande icke lika betänkligt som om man t. ex. på televisionens område skulle gå in för att på teknisk väg förse den överförda bilden med vissa skuggor och schatteringar, som icke finnas i verkligheten? Är det då icke riktigare att söka lösa problemet i motsatt riktning genom att utveckla ljudupptagningstekniken därhän, att en fullt tillfredsställande reproduktion av originalklangen bleve möjlig, eller, för att begagna sig av det ovan citerade populära uttryckssättet, att förse mikrofonen med det felande andra örat i stället för att tvinga människan att offra sitt ena öra? Om man medger att principen, att efterbilda orkesterklangen precis så som man hör den i konsertsalen, är riktig, då borde man på radiotekniskt håll göra allt för att på experimentell väg söka förverkliga denna idé.

En annan fråga är, om den demonstrerade grammofoonskivan av Philadelphias symfoniorkester verkligen utgör ett typiskt exempel för amerikanernas strävanden att skapa en särskild mikrofonklang. Jämförelser med äldre inspelningar av samma orkester, t. ex. Tschajkovskys Capriccio Italien m. fl., giva nämligen vid handen, att den dominerande och synnerligen saftiga sträckklangen och de nästan svulstiga nyanserna även på dessa äldre skivor göra sig på ett påfallande sätt gällande, varför man kan antaga, att de helt enkelt höra till denna orkesters karakteristiska särdrag. Detta bekräftas för övrigt av musiker, som samarbetat med Philadelphiaorkestern. Orsaken är dels den ovanligt starka, av idel högt kvalificerade krafter sammansatta stråkensemblen, dels de ordinarie dirigenternas, framför allt Leopold Stokowskys, personliga klang- och musikuppfattning. Den på dessa skivor reproducerade klangbilden torde därför i hög grad motsvara originalklangen.

Att icke alla amerikanska skivor uppvisa dessa särdrag framgick för övrigt tydligt, då man senare fick lyssna till

en inspelning av Brahms första symfoni, utförd av N. B. C:s orkester i New York under ledning av Toscanini. I fråga om orkesterklangens avvägning, instrumentalgruppernas differentiering och musikalisk nyanseringskonst är Toscanini världens främsta auktoritet. Då ingen gramfoninspelning som bär hans namn får släppas ut i marknaden utan att han godkänt den, kan man med säkerhet antaga, att han skulle ha vägrat giva sitt samtycke, ifall den på den resp. skivan reproducerade klangbilden i nämnvärd grad skulle avvika från den verkliga. De samtalande herrarna enades även om, att i detta fall »tekniker, orkester och dirigent lyckligt funnit varann och ödmjukt underkastat sig konsten». Just det! Den levande konsten, sådan den utföres och emotages i verkligheten, dvs. i konsertsalen, bör vara förebilden och ledtråden för allt radioakustiskt forskande!

Dessa jämförande studier av olika gramfoninspelningar och direktutsändningar av radiokonsorter kommo mig att tänka på en annan fråga, som här endast kan antydast. Vid dylika jämförelser kan man nämligen finna rätt avsevärda differenser i olika förstklassiga orkestrars klangkaraktär, vilka icke endast bero på dirigenternas varierande uppfattning. Det finns olikheter i själva grundklangen, om man så får kalla den. Hos Philadelphiaorkestern t. ex. är det, såsom redan framhållits, den dominerande stråkgruppen, som bestämmer den specifika klangkaraktären. Berlins filharmoniska orkester utmärkes av en mjuk och expansiv men, även i verkligheten, något diffus grundklang. Hos Wiener Philharmoniker är grundkoloriten något mörkare, men mera differentierad, hos Amsterdams Concertgebouw-Orkest i viss mån pregnantare och fastare. Behandlingen av bas- och mellanregistret hos de båda sistnämnda orkestrarna är enligt min åsikt synnerligen beaktansvärd med hänsyn till den så mycket omdebatterade frågan om den akustiska proportionen mellan de lägre och de högre frekvenserna vid musicerandet i radio. Den i dialogen omnämnda irriterande inverkan av de höga tonerna i högtalaren minskas nämligen om basen och mellanstämmorna äga erforderlig bärkraft

och fyllighet. De nordiska orkestrarna ha, i överensstämmelse med den nordiska klanguppfattningen, i allmänhet en något ljusare och hårdare grundklang än exempelvis de tyska; det är kanske därför, som basproblemet här vållar så mycket huvudbry. — Återigen en annan klangkaraktär representera de italienska orkestrarna. Deras grundklang är på något sätt lättare och luftigare, måhända beroende på träblåsarnas exklusiva kolorit.

Genom ett ändamålsenligt utnyttjande av dessa specifika klangdifferenser vid musikutsändningar i radio kunde lyssnarpublikens krav på klangens variering tillfredsställas på ett naturligt och intresserande sätt. Delvis praktiseras ju ett sådant system redan i gramfonprogrammen och genom direktutsändningar av konsorter från olika städer inom landet. Idealet vore emellertid ett ordnat internationellt utbyte av förstklassiga symfoniska program.

Även ur en annan synpunkt vore ett framtida samarbete mellan de stora radiostationerna i fråga om konsertprogrammen icke endast önskvärt utan nödvändigt. I den citerade dialogen framhölls med rätta, att det ständiga utslungandet i etern av musikens mästerverk från världens alla radiostationer innebär en stor fara. Lyssnarens receptionsförmåga avtrubbas och även den värdefullaste musiken kan på detta sätt bli utsliten. I sin yttersta konsekvens skulle detta innebära, att radion förlamar konstintresset och dödar konsten. Denna fara är visserligen tillsvidare icke överhängande, men den bör icke heller underskattas. I alla händelser är det nuvarande tillståndet på detta område med programmet »som går och går» föga tillfredsställande. Det enda effektiva botemedlet vore, som sagt, ett konsekvent genomfört internationellt samarbete. Om det skulle lyckas att systematiskt samordna åtminstone några dominerande radiostationers större symfoniska program och i tur och ordning rundradiera dessa, vore, synes det mig, redan mycket vunnet. Huvudbetingelsen härför är dock återställandet av fredliga förhållanden i världen.

V I L E V E R E R A

Universalinstrument (F.V.L.C.Q.-meter) typ 109 E-K

Användning: Frekvensmätning enl. interferensmetoden.
Spänningsmätning som rörvoltmeter.
Mätning av självinduktion.
Mätning av kapacitet.
Mätning av relativ godhet.

Känsliga **Vridspoleinstrument** (upp till 50.000 ohm/V)

av främsta danska fabrikat
MATSÄNDARE
MÄT- och TRIMOSCILLOGRAF
TONGENERATOR
ANTENNFORSTÄRKARE
RÖRVOLTMETER
SIGNALGENERATOR
DEKADMOTSTÅND

RADIOLABORATORIET
HARLÖSA TELEFON 150

OMLINDNING

av Transformatorer och Magnetspoler

ELEKTROTEKNISKA VERKSTADEN

Åkarp

Telefon 226

En god vägledning är

Populär Radios Handböcker

Moderna batterimottagare

Amerikanska civila och militära radioapparater utrustade med miniatyrrör

Av civilingenjör Carl Akrell

Batterimottagarnas användning har alltid varit begränsad på grund av deras relativt stora volym och vikt. Då 1,4-voltrören i slutet av trettioalet infördes, togs ett stort steg i rätt riktning. Gallerbatterier och mer eller mindre »ospillbara» ackumulatorer försvunno, och anodspänningen sänktes från 135 eller 120 volt till 90 à 70 volts begynnelse-spänning. Mottagarna voro kompakta, och moderna superheterodynkopplingar blevo allena rådande. I övrigt förblev emellertid allt som förut, och rören, spolarna och gangkondensatorerna voro lika stora eller desamma som i de nätanslutna mottagarna, sålunda blev deras volym ofta 10 dm³ och vikten 6 à 8 kg.

Om man lyckades konstruera apparater, som ej vägde mer än ett par kilo och som ej voro mycket större än en laddkamera, skulle dessa kunna bäras långa sträckor utan obehag; särskilt om de vore utrustade med axelrem. Utvecklingen i U. S. A. åren 1940 och 1941 gick också därhän att ovanstående mål förverkligades. Våren 1940 utsläpptes de första miniatyrmottagarna, varav under sommaren samma år såldes 150 000 till ett pris av c:a \$20 (list price) per apparat. I fig. 2 ha införts bilder av några mottagare. Härav framgår, att utseendet väsentligt avvek från tidigare typer. Samtliga mottagare voro superheterodyner avsedda för mellanvågsbandet. Detta senare faktum har säkerligen ej bara berott på en önskan att minska antalet ingående delar och därmed apparatvolymen till ett minimum, utan även på den omständigheten att mellanvågsbandet i U. S. A. på sommaren erbjuder bättre mottagningsförhållanden än i Sverige. Då långvågsbandet ej existerar

i U. S. A., användas i större utsträckning än i Europa mottagare med endast mellanvåg. Kortvågsstationerna voro till före kriget relativt fåtaliga.

Vår diskussion kommer alltså i det följande att inskränka sig till en jämförelse av mottagningsförhållandena på mellanvåg i Sverige och i U. S. A., speciellt under sommaren. Känt är ju, att distansmottagning är dålig på dagen men god efter mörkets inträde. I tabell 1 har införts en del data, som belysa problemet. En linje genom mellan-Sverige motsvarar en breddgrad av ungefär 60°, medan en linje genom mellan-U.S.A. har breddgraden 40°. I tabellen har införts data å borgerlig och astronomisk skymning. Den förra försiggår tills solen nått ett djup under horisonten av 6°, den senare 18°, då det sista skymningsljuset försvinner. Vid astronomisk skymning blir det ej helt mörkt på 60° under hela sommaren, medan på 40° årets längsta dag totalt mörker råder i hela 5 timmar och borgerligt mörker i 8 timmar, varav framgår att distansmottagningen på mellanvåg blir god redan vid 1/29-tiden på kvällen, medan i Sverige under årets längsta dag borgerligt mörker varar endast 3 timmar.

Då Sverige är beläget i norra delen av Europa med sin glesa befolkning och därmed följande stora avstånd och få radiostationer, bli mottagningsförhållandena jämförelsevis dåliga. Bortsett från lokalmottagning, som i bästa fall medger avlyssnande av två program, blir man alltså hänvisad till distansmottagning av stationer, som ligga på ett avstånd av 500—1 200 km. Drages motsvarande cirklar med Stockholm och München som medelpunkter, märker man bäst skillnaden. I Amerika bli förhållandena ännu fördelaktigare, då ju varje storstad bjuder på ett flertal lokalprogram. I New York med omnejd finnes ett 20-tal radiostationer, i Chicago och Los Angeles ett 15-tal. Dessutom utsändas de stora amerikanska riksprogrammen från kust till kust eller över hela kontinenten, vilket medför att man ej som i Europa är hänvisad att söka ett program inom ursprungsstaten.

Genom att på det nordamerikanska fastlandet blott finnes tre länder har en förnuftig våglängdsfördelning kunnat åstadkommas, varvid i U.S.A. stationerna placerats på en frekvens motsvarande varje 10 khz och indelats i grupper alltefter effekten. Det nuvarande kaoset i Europa, var till under kriget tillkommit störsändarna, har således i Amerika kunnat undvikas.

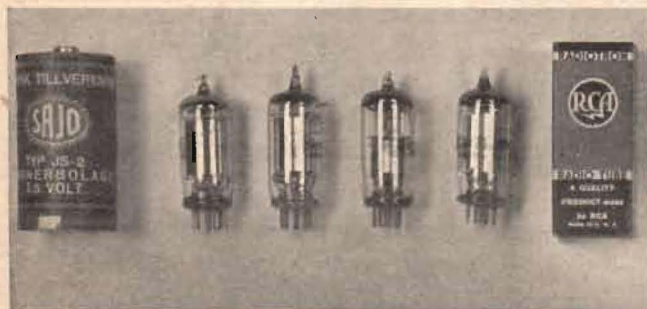


Fig. 1. Miniatyrrörsats, bestående av 1R5-blandarrör, 1T4-mellanfrekvenspentod, 1S5-diod-lågfrekvenspentod samt 1S4-sluttetrod. Rörens storlek utan stift är ca. 45×17 mm. Som jämförelseföremål har i figuren även avbildats en normal 1,5-volts stavcell.

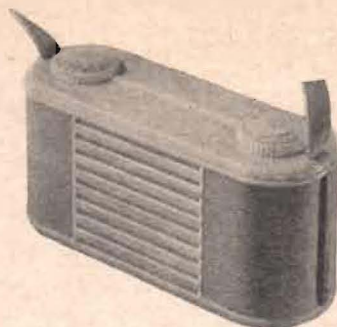


Fig. 2. Batterimottagare: RCA-VICTOR, typ BP-10; PHILCO, typ PT-89 samt en General Electric mottagare för kombinerad nät- och batteridrift i kamerautförande.

Av ovanstående torde framgå, varför man försett apparaterna i Sverige med kort-, mellan- och långvåg.

Som vanligt är det den rörtekniska utvecklingen, som möjliggjort konstruktionen av de högeffektiva miniatyrmottagare, som här skola beskrivas. Den nya rörserien, som bl. a. omfattar en fullständig sats med vilken suprar kunna byggas, har tidigare beskrivits i författarens artikel i PR, september 1942, där även ett flertal kopplingar beskrivits (se fig. 1). Dessa rör utsläpptes hösten 1939 och voro ursprungligen avsedda för en maximal anodspänning om 45 volt. Denna gräns höjdes sedan till 67,5 volt. Jämför man nu två apparater, den ena med rören 1A7GT — 1N5GT — 1H5GT — 1A5GT och den andra med de motsvarande 1R5 — 1T4 — 1S5 — 1S4, blir känsligheten ungefär densamma trots att anodspänningen i förra fallet är 90 volt och i senare fallet 45 volt, utgångseffekten 100 och 65 mW samt glödströmsförbrukningen 200 och 250 mA respektive. Då totala anodströmsförbrukningen i bägge fallen är ungefär lika stor eller 7 à 10 mA, har man förutom den mindre rörvolymen till att börja med sparat volymen hos ett halvt anodbatteri. Totala glödströmsförbrukningen är något större, beroende på att slutröret vid så låg anodspänning för att

kunna ge hög utgångseffekt givits en glödströmsförbrukning om 100 mA. Samtliga övriga detaljer ha omgjorts i förminskad upplaga; sålunda är en modern tvågangskondensator med inbyggd planetväxel knappast större än en engangs av konventionellt utförande, och mellanfrekvens-transformatorerna obetydligt större än rören, trots att deras elektriska egenskaper äro fullt jämförbara med de gamla typernas. Tretums högtalare av hög kvalitet hade funnits i flera år och kommo nu till användning. Exklusive batterier har genom de ovan nämnda framstegen volymen av en komplett fyrarörs superheterodyn med högtalare och låda presats ned till 1 250 cm³! (Se fig. 3 och 5.)

Ny typ av anodbatteri.

Framställandet av ett högeffektivt och kompakt anodbatteri blev nödvändigt. Resultatet blev ett batteri, som är ungefär hälften så stort som ett vanligt sådant med samma spänning och kapacitet. I fig. 4 är införd en bild av en cell i Evereadys Mini-Max batteri. Denna konstruktionsmetod medger ett effektivare utnyttjande av den till förfogande stående volymen. Som framgår av figuren har kol-elektroden utbytts mot ett tunt lager kol, som gör kontakt med zinkelektroden på nästa cell. Den förut så omständiga seriekopplingen av cellerna medelst kopplingstråd bortfaller sålunda. Varje cell omges av ett slags behållare, och i övrigt framgår konstruktionen av figuren. Anodbatteriet är på 67,5 volt och avsett för en urladdningström om 8 till 11 mA och varar i 25 à 50 timmar vid drift med de vanliga fyrarörssuperheterodyner, storleken är 34×92×68 mm. Tillsammans med en RCA-Victor-mottagare är batteriet avbildat i fig. 3.

Miniatyrsuperheterodyner för batteridrift.

RCA-mottagaren BP-10 (se fig. 2 och tabell 2) tillhör den minsta kategorien med en totalvolym av 1,55 dm³; dras batteriutrymmet ifrån, får man en apparatvolym av c:a 1,25 dm³. Detta utrymme för 4-rörs superheterodynen, högtalaren och »lådan»! Kopplingen är praktiskt taget den



Fig. 3. RCA-VICTOR-mottagaren. Till höger ligger tvågangskondensatorn. Denna har speciellskuren oscillatorsektion och är ej större än 40×40×50 mm. Längst till vänster skymtar högtalaren, som är oval 2×3 tum, samt hållaren för 1,5-volts stavcellen.

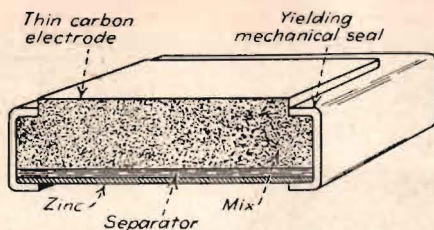


Fig. 4. Tvärsnittsbild av en cell i Everready's »Mini-Max» anodbatteri. Detta batteri har på grund av sin kompakta uppbyggnad i förhållande till sin volym dubbelt så hög kapacitet som sin tidigare motsvarighet.

samma som i motsvarande svenska konstruktioner, utom att endast ett våglängdsområde användes. Mottagaren isärtagen med batterier är avbildad i fig. 3. Till höger ligger tvågangskondensatorn, som har specialsuren oscillatorsektion och ej är större än $40 \times 40 \times 50$ mm, under densamma oscillatorspolen. Blandarrörets gallerkrets är utformad till en ramantenn, som är inbyggd i locket (se fig. 2), och apparaten slås automatiskt till, då detta öppnas. Längst till vänster skymtar högtalaren och vid denna hållaren för 1,5 volts stavcellen. Under den senare var vid ifrågasvarande exemplar av mottagaren högtalartransformatorn placerad. Mellanfrekvenstransformatörerna äro av högsta kvalitet, och spolarna äro lindade på burkkärnor. Anodbatteriet, som tidigare beskrivits, får plats framför apparatens mittsektion.

Ett typiskt schema är infört i fig. 6, General Electric's typ LB-412. Gallerförspanning till slutröret erhålles här från blandarrörets oscillatorgaller. Utgångseffekten vid nytt anod- och glödströmsbatteri är 180 mW och under största tiden av batterilivslängden 50—120 mW. Glödströmsbatterier bytas c:a fem gånger under ett anodbatteris livstid. Emerson's typ DU-379 (se tabell 2) är försedd med sparkopplingsknapp, med vilken skärmgallerspänningen på blandar- och mellanfrekvensrören sänkes samtidigt som negativa gal-

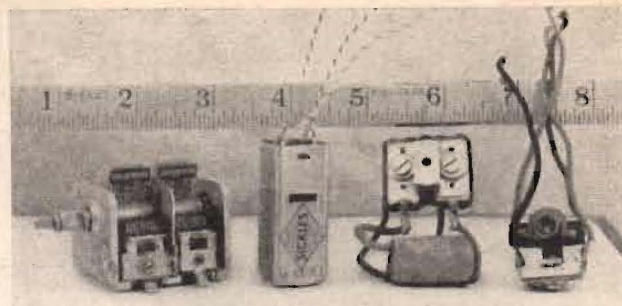


Fig. 5. Storlek hos olika komponenter i en modern batterimottagare. Måttbandet är graderat i tum.

lerförspanningen på slutröret ökas från 7,5 till 9,4 volt. Anodströmsförbrukningen sjunker från 7,5 till 5,5 mA, och anodbatteriets livslängd ökas med 30 à 50 %. I axelremmen är inlagd en »ram» med c:a åtta varv tråd, som sedan är seriekopplad med en gallerspöle i apparaten. Tillsammans bildas på så sätt den avstämda gallerkretsen. Trots att blandarröret är direkt upphettat, ligger återkopplingskretsen i glödtrådgrenen (se förf. art. P.R. 1942, nr 9, fig. 3). Philcos »Transitone» är även försedd med axelrem, i vilken blott ett varv tråd är inlagd. Denna slinga är kopplad till primären på gallerkretsen till blandarröret. Apparats originella utseende framgår av fig. 2.

Miniatyrsuperheterodyner för nät- och batteridrift.

Dessa apparater skilja sig föga från de föregående. Volymen är givetvis något större, då plats även måste beredas nätanslutningsaggregatet. Ett speciellt miniatyrlikriktarrör 45Z3 är utsläppt för ändamålet. Schema av en dylik mottagare är infört i fig. 7, Garods BP20. Vid nätdrift seriekopplas batterirörens glödtrådar och matas över ett motstånd om 1850 ohm från likriktarrörets katod. Slutröret 3S4

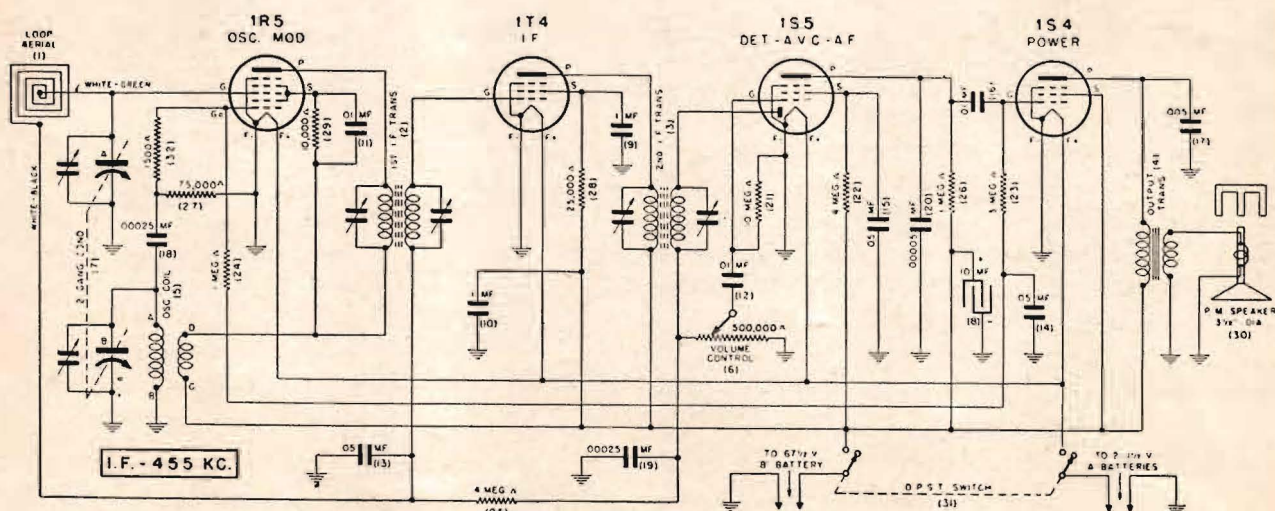


Fig. 6. Schema av General Electric's mottagare, typ LB-412. 4-rörssuperheterodyn med sex avstämda kretsar, AVC och $3\frac{1}{2}$ -tums permanentdynamisk högtalare. Gallerförspanning till slutröret erhålles från blandarrörets oscillatorgaller.

Tabell 1. Jämförelse av dagarnas längd på sommaren på breddgraderna 40° och 60°.

Bredd-grad	Europa	Nordamerika	Årets längsta dag c:a	Skymningens längd							
				Astronomisk					Borgerlig		
				1 maj	1 juni	1 juli	1 aug.	1 sept.	Dagjäm- ningen	Sommar- solståndet	
60°	Leningrad, Helsingfors, Sala, Filipstad, Oslo, Bergen.	Grönlands sydspets, Norra Labrador, Juneau (Alaska).	t m 18 45	t m —*	t m —*	t m —*	t m —*	t m 3 08	t m 0 46	t m 1 59	
40°	Konstantinopel, Neapel, Sardinien, Madrid, Azorerna	Philadelphia, Pittsburg, Springfield, Denver, Salt Lake City, Norra Kali- fornien.	14 58	1 45	2 00	2 04	1 51	1 37	0 31	0 38	

* Hela natten, emedan solen icke sjunker till 18° djup.

är av omkopplingsbar 1,4—2,8 volts typ. Omkopplingen för nät — batteridrift sker här för hand. Chassiet är helt isolerat från nätet med en 0,1 μ F kondensator. Automatic Radios »Tom Thumb» har glödströmskretsarna i 1R5 och 1T4 seriekopplade med ett trippelrör 1D8GT, som innehåller diod, lf-triod och en slutpentod. Mottagarens glöd-spänning blir på så sätt 3 volt och glödströmsförbrukningen 100 mA. Vid nätdrift lägges den av likriktaren erhållna glöd- och anodspänningen direkt på batterierna, varigenom ingen omkoppling behöves. Torrbatterier som kunna lad-

das användas, och med en speciell omkopplare på apparatens baksida kan man sätta apparaten på laddning, om man ej samtidigt vill höra på något program. Vid intermitt laddning och urladdning av torrbatterierna kan deras livslängd förlängas med upp till fyra gånger.

*

I nästa nummer följa bl. a. uppgifter om direkt och indirekt upphettade miniatyrrör, som utkommit under kriget, samt uppgifter om några bärbara militära apparater.

Dimensionering av högfrekvenskretsar

Beräkning och utförande av spolar. Antennkrets och högfrekvenssteg.

Mottagarens trimning

Av ingenjör Gösta Löthman

Dux Radio AB

Högfrekvenskretsarna utgöra synnerligen viktiga element i en radiomottagare, vars funktionering till stor del är beroende av dessa. Beräkningen av högfrekvenskretsarna är därför betydelsefull med hänsyn till de stora krav, som nu för tiden ställas på en mottagares selektivitet och fidelitet samt ej minst på känsligheten eller med andra ord, man fordrar, att en avlägsen station skall kunna avlyssnas med god ljudkvalitet utan störningar från närliggande sändarstationer. Främst tack vare rörteknikens enorma framsteg kunna dessa krav uppfyllas inom vida gränser.

För radioamatören i gemen, som väl ofta saknar tillgång till moderna mätinstrument, kunna därför stora svårigheter uppstå, när han ämnar konstruera en eller annan detalj själv och så är vanligen fallet, när det gäller dimensionering av just högfrekvenskretsarna. Visserligen finns

det goda spolsystem i marknaden, men dessa ställa sig ofta relativt dyra i inköp.

I det följande skall i korthet framläggas några synpunkter på grundvillkoren för dylika kretsars utförande, så att de skola kunna funktionera på ett riktigt och ändamålsenligt sätt, med hänsyn till de möjligheter, som stå till buds. Vare sig man väljer att bygga en super eller en rak mottagare blir högfrekvenskretsarnas praktiska utformning i stort sett densamma. Supern har ju numera helt slagit igenom, fastän den ju är behäftad med vissa nackdelar

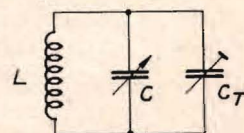


Fig. 1. En avstämningsskrets med parallellkopplad trimkondensator C_T

liksom den raka mottagaren, vilken dock ofta kan vara tillfyllest. Den allmänna gången vid beräkningarna blir såsom följer. Man börjar med:

1. AVSTÄMNINGSKRETSEN.

Mottagaren skall på ett av banden exempelvis täcka frekvensområdet 500—1 500 kc/s, motsvarande 600—200 m våglängd. Till förfogande har man kanske en variabel kondensator med en kapacitetsvariation mellan 15 pF till maximalt 475 pF. Avstämningsspolens induktans i μH erhålles enligt formeln

$$L = \frac{10^6}{4\pi^2 \cdot f^2 \cdot C}$$

Här betecknar f den lägsta frekvensen inom bandet uttryckt i Mc/s (1 Mc/s = 1 000 kc/s), och C i pF är totala värdet av vridkondensatorns maximikapacitet, spolens egenkapacitet samt rörens och anslutningsledningarnas kapaciteter. De tre sistnämnda av dessa faktorer innefattas alltså i formelns C och äro av storleksordningen 20 pF på det frekvensband, vi nu syssla med. Till detta värde adderar sig slutligen även kapaciteten av trimkondensatorn, C_T i fig. 1. En metod att överslagsvis beräkna denna visas senare, men till en början kan den anses vara 20 pF. Då får C alltså värdet 515 pF och

$$L = \frac{1\,000\,000}{4\pi^2 \cdot (0,5)^2 \cdot 515} = 195 \mu\text{H}.$$

Äro flera kretsar med tillhörande rör länkade efter varandra och respektive vridkondensatorer kopplade på en gemensam axel, måste alla kretsarna komma i resonans samtidigt, varom ej reduceras selektivitet och känslighet katastrofalt. Först och främst erfordras en matchad gangkondensator, dvs. alla sektionerna måste ha lika kapacitetsvariation för samma vridningsvinkel. Avvikelserna sinsemellan böra ej vara större än $\pm 0,5\%$. Men även differensen mellan de olika spolarnas induktanser skall kunna upphävas, och detta låter sig enklast göra genom att använda spolar, där induktansen kan varieras några procent med en järnpulverkärna, varigenom man även vinner den fördelen, att lindningsvarvtalet blir enkelt att beräkna. Olikheten i induktans gör sig mest gällande vid bandets låga frekvensvärden. På bandets höga frekvenser — här omkring 1 500 kc/s — inverkar mest skillnaden mellan kretsarnas kapaciteter. Vridkondensatorns sektioner kunna exempelvis ha olika minimikapacitet, men här inverka även förutom spolarnas olika egenkapacitet även rörkapaciteten samt anslutningstrådarnas små, varierande kapaciteter. Detta avhjälpes därigenom att en liten variabel kapacitet, trimkondensator, på några tiotal pF anslutes parallellt över kretsen, C_T i fig. 1.

Avstämningsspolen är enligt ovan beräknad för den

lägsta frekvensen inom bandet. För att kretsen skall täcka det givna bandet med den beräknade induktansen, bör man ha ett begrepp om den ungefärliga storleken av den erforderliga minimikapaciteten C_0 , som erhålles ur uttrycket

$$C_0 = \frac{C_v}{\left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 - 1}$$

där C_v är avstämningsspolens kapacitetsvariation från maximum till helt urvridet läge. Härvid kan man ej bortse ifrån, att en vridkondensator alltid har en viss minsta kapacitet, som ej kan underskridas och vid moderna typer uppgår till 10 à 20 pF för luftisolerade kondensatorer. Vidare beteckna f_1 och f_2 den högsta, respektive lägsta frekvensen inom bandet.

Då blir i siffror, om kondensatorns minimikapacitet antages vara 15 pF

$$C_0 = \frac{475 - 15}{\left(\frac{1500}{560}\right)^2 - 1} = \frac{460}{8} \approx 57 \text{ pF}$$

Nu kan spolens egenkapacitet i detta fall uppskattas till 7 pF och övriga inverkan kapaciteter till cirka 5 pF, vilka liksom vridkondensatorns 15 pF ingå i ovan erhållna 57 pF. För att komma upp till detta värde inkopplas trimkondensatorn, vilken alltså bör kunna varieras omkring 30 pF. Vissa typer av trimkondensatorer nå ej upp till detta värde, varför de måste kompletteras med en liten fast parallellkapacitet.

På kortvåg bör man helst välja en mindre avstämningsspol, fastän frekvensomfånget blir förminskat. Detta är framför allt viktigt vid mottagare med flera steg på kortvåg och vid suprar, där annars svårigheter uppstå vid försök att få oscillator- och förkretsarna att följas åt över hela bandet. För att få goda kretsar överhuvud med små förluster, hög avstämningsskärpa och förstärkning böra de ingående fasta kondensatorerna ha dielektrikum av glimmer eller keramiskt material.

Spolarnas utförande.

Vad som nu sagts om kondensatorerna gäller i ännu högre grad om spolarna. Det är godheten — Q -värdet — hos dessa, som bestämmer förstärkningen i en krets. Då $Q = 2 \cdot \pi \cdot fL/R$, följer att spolens högfrekvensmotstånd R måste hållas så lågt som möjligt. Detta ernås genom att använda spolar med järnpulverkärna, där lindningstråden utgöres av mångtrådig litztråd eller tråd med stor area. Järnkärnan ökar ju induktansen, alltså behövs mindre antal lindningsvarv för en viss induktans med följd, att motståndet och även egenkapaciteten minskar. På frekvenser

under 500 kc/s kan vid lindning av avstämningsspolen användas emaljerad koppartråd eller, om utrymmet på spolstommen tillåter, silkesomspunnen tråd, i båda fallen med en diameter på 0,10—0,15 mm. På frekvenser mellan 500—2 000 kc/s användes mångtrådig litz — 25×0,05 mm eller 10×0,07 mm till exempel. På kortvågsbanden 6—20 Mc/s är 0,4—0,6 mm emaljerad eller silkesomspunnen tråd lämpligast för järnkärnespolar. Med fördel användes även på detta band spolar lindade på 15—25 mm pertinaxrör med 0,5—1 mm förtent eller försilvrad tråd. Härvid kan induktansen varieras på olika sätt. Dels kan avståndet mellan varven justeras, dels kan ett kortslutet varv förflyttas i axiell led eller också kan man exempelvis anordna ett litet jordat kopparbleck, som närmas eller avlägsnas i förhållande till lindningen. Ju närmare kopparplåten kommer, desto större blir dess dämpande inverkan och induktansen sjunker. Man kan naturligtvis även montera en järnkärna i spolens centrum, med vilken induktansen varieras.

Hur spolens induktans beräknats, får man lindningsvarvtalet (n) för spolar med järnkärna enligt sambandet

$$n = \sqrt{\frac{L}{k}}$$

Här är k en konstant faktor, som är beroende av spoltypen. Sålunda är konstanten 0,05 för en järnkärnespole av den typ, som visas i fig. 2 a, 0,04 för Alphas pole typ F (fig. 2 b) och 0,01 för motsvarande av Torotors tillverkning — c i fig. 2¹. Det åtgår alltså flera lindningsvarv för samma induktans, ju mindre konstanten k är.

I beräkningsexemplet är $L=195 \mu\text{H}$, och om vi väljer en Torotor-spole med $k=0,01$ blir alltså

$$n = \sqrt{\frac{195}{0,01}} = 140 \text{ varv}$$

Detta är ett gott överslagsvärde, och skulle det visa sig, att induktansen av en eller annan anledning ej exakt passar, kan en induktansvariation av omkring 10 % åstadkommas genom in- eller urskruvning 3 varv av järnkärnan. I mottagare med två eller flera kretsar, som avstäm-

¹ Denna spole, till vilken förf. återkommer i det följande, kan erhållas från National Radio, Mälaregatan 1, Stockholm.

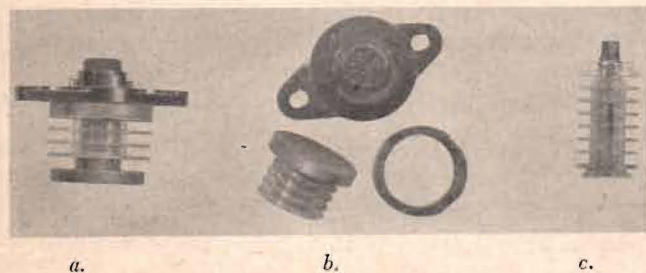


Fig. 2. Några olika ntföringsformer av spolstommar med järnpulverkärna.

mas med en gangkondensator, måste dessa kretsar bringas till överensstämmelse genom trimning, såsom tidigare nämnts. En noggrann trimning måste utföras med signalgenerator och en voltmeter, avsedd för mätning av högfrekventa spänningar — rörvoltmeter — eller en voltmeter ansluten på lågfrekvenssidan — outputmeter. Har man ej tillgång till dylika instrument, kan man hjälpligt klara sig att med hörseln trimma efter rundradiostationer. I vilket fall som helst tillgår trimningen på samma sätt.

Trimningen av kretsarna.

Först bestämmas två trimpunkter inom varje frekvensband, som ligga cirka 10 % från bandets övre respektive undre gränser. För frekvensbandet 500—1 500 kc/s erhålles alltså en trimpunkt på 550 kc/s och en på 1 350 kc/s. Därefter inställes signalgeneratoren på 550 kc/s eller avstämmer mottagaren till en station i närheten av 550 kc/s (Budapest). Nu justerar man järnkärnorna till största spänning på voltmetern eller till högsta ljudstyrka, varvid dock volymkontrollen bör ställas in på så låg ljudnivå som möjligt, då örat lättare uppfattar ändringar i ljudstyrkan, när denna är låg. Härefter flyttas vridkondensatorns inställning till 1 350 kc/s (Tallin), och i detta läge är det ej kärnornas utan trimkondensatorernas inställning, som justeras. När detta är gjort, går man tillbaka till frekvensen 550 kc/s och efterjusterar på järnkärnorna och övergår därefter återigen till trimrarna vid 1 350 kc/s. Detta förfarande fortsättes några gånger, men den sista justeringen skall alltid göras på trimkondensatorerna, då deras inställning är mest kritisk.

Gäller trimningen en super, skall först mellanfrekvensen trimmas in. Härvid måste nog en signalgenerator användas för att resultatet skall bli bra. Denna inställes då på den frekvens, vanligen cirka 460 kc/s, för vilken mellanfrekvenstransformatorerna äro dimensionerade, och generatorspänningen matas in på blandarrörets galler. Sedan övergår man till trimning av oscillatorkretsen, så att avstämningsskalans kalibrering stämmer med visarens läge. Särskilt på kortvågsbanden är det då viktigt, att ej inställning göres efter spegelfrekvensen, vilken ligger över bär-vågen i frekvens räknat lika med dubbla mellanfrekvensen. Är oscillatorspolen försedd med järnpulverkärna, justeras denna på bandets låga frekvenser och parallelltrimmern såsom förut på de höga frekvenserna. Finnes ej järnkärna, är i stället en variabel kapacitet — paddingkondensator — inkopplad i oscillatorns avstämningsskrets. Paddingkondensatorn inställes då i analogi med järnkärnan. Ofta är emellertid paddingkondensatorn slopad på kortvåg, och är spolens induktans riktig, trimmas endast på bandets höga frekvenser med parallelltrimmern. Superns förkrets trimmas enligt anvisningarna i början. (Forts.)

Enkel RC-generator för fast frekvens

Av teknolog K. R. Smith

(Aga-Baltic AB)

KONSTRUKTIONSEXEMPEL.

(Forts.)

Givna data.

Frekvens: 7 000 p/s. Rör: ECH 21.

Överslagsberäkning.

Sätt $\eta_0=1$; för $R=1\text{ M}\Omega$ erhålles då enligt ekv. (7) $C=25\text{ pF}$. Således kan maximalt tillåtna resistansen användas. Nättypen bör vara R/C (relativt hög frekvens).

Förstärkaren.

Enligt rörtabellerna är förstärkningen för ECH 21 100 ggr med anodmotståndet 200 k Ω . Frekvensen i vårt fall är relativt hög, varför detta värde sänkes till 150 k Ω , varvid förstärkningen sjunker till 80 ggr.

Anodkretsen belastas med AVC-nätet (900 k Ω) och yttre belastning (antag 1 M Ω) vilka sänka förstärkningen till 60 ggr och förstärkarens inre motstånd till 110 k Ω (inverkan av rörets inre motstånd försummas i detta sammanhang).

Återkopplingsnätet.

För ökande t minskar dämpningen i nätet, men samtidigt ökar belastningen på förstärkaren, varigenom förstärkningen sjunker. Ett visst värde på t ger minsta sammanlagda dämpning.

Approximativt kan man sätta:

$$R_1 = \sqrt{R_F \cdot R_n} \quad (8)$$

där R_1 och R_n äro första resp. sista maskans resistans och R_F förstärkarens inre motstånd. (Denna formel är rent empirisk och gäller med tillräcklig noggrannhet för t^{n-1} mellan 1 och 1 000. Den största approximationen är att nätet ingångsimpedans satts $= R_1$.)

I detta sammanhang må påpekas att avrundningar och variationer i de enskilda elementen på 20 à 30 % endast obetydligt höja dämpningen. Finjusteringar av frekvensen kunna därför ske genom variation av blott ett element, t. ex. med en trimmerkondensator.

Vi erhålla alltså, enligt ekv. (8), $R_1 = \sqrt{110 \cdot 1\,000} = 330\text{ k}\Omega$ samt $t^{n-1} = 1\,000/330 = 3$. Förstärkningen sänkes vid belastning med R_1 till 45 ggr. Väljes $R/C(3)$ -nät med dämpning c:a 18 ggr (fig. 6) återstår 2,5 ggr förstärkning att disponera för regleringsändamål, vilket bör

räcka. Nu beräknas $t = \sqrt{3} = 1,73$. Ur diagrammet fig. 7 erhålles $\eta_0 = 2,1$. Sålunda kan hela nätet beräknas.

Första maskan:

$R_1 = 330\text{ k}\Omega$ enligt ovan, varav 110 k Ω utgör förstärkarens inre motstånd, återstår 220 k Ω , säg 200 k Ω . $X_1 = R_1/\eta_0 = 300/2,1 = 143\text{ k}\Omega$, dvs. $C_1 = 150\text{ pF}$, enligt ekv. (1).

Andra maskan:

Enligt ekv. (6) $R_2 = t \cdot R_1 = 1,73 \cdot 330 = 570\text{ k}\Omega$, säg 600 k Ω . $C_2 = 80\text{ pF}$.

Tredje maskan:

$R_3 = 1\,000\text{ k}\Omega$, $C_3 = 50\text{ pF}$.

C_2 sammansättes lämpligen av en fast del på 50 pF och en trimmer på 30 pF för finjustering av frekvensen.

Övriga detaljer i oscillatoren framgår av kopplingsschemat (fig. 9). Katodkondensatorn har slopats varigenom inre motståndets variationer få mindre inverkan på fäsvridningen (strömstyrd motkoppling). Trioddelen anod och galler ha hopkopplats och användas som AVC-likrik-tare. Skärmgallret är avkopplat med en relativt stor kondensator för att förhindra kippsvängningar.

Uppmätta egenskaper.

Stabilitet: $\pm 10\%$ variation i nätspanningen gav $\pm 0,15\%$ ändring i frekvensen (0,9 % med katodkondensator inkopplad) och $\pm 12\%$ ändring i utspänningen.

Frekvensens temperaturberoende: 0,1 %/° C.

Distorsion: Klirrfaktor mindre än 1 %.

Då nätspanningen minskar, minskar anodspänningen och därmed förstärkningen. Utspanningen sjunker varvid AVC-n reglerar upp förstärkningen till normalt värde. Härvid minskas rörets inre motstånd, vilket påverkar frekvensen. Anses den erhållna frekvensstabiliteten för låg får någon av de åtgärder tillgripas, som tidigare diskuterats i detta sammanhang. Dessa åtgärder hjälpa emellertid icke mot temperaturberoendet, vilket huvudsakligen har sin orsak i kolskiktets motståndens speciella egenskaper. Några andra motstånd kunna icke komma i fråga för resistanser över 25 k Ω , varför enda möjligheten är att söka plocka ut så konstanta exemplar som möjligt. Dessutom bör återkopplingsnätet placeras så att det icke uppvärms av apparatens övriga delar.

Den yttre belastningen måste vara konstant emedan den

påverkar fasvridningen, samt lägst 200 k Ω . Utspänning c:a 7 volt.

Ändringar i kopplingen.

Kopplingsschemat är ej kritiskt; modifikationer kunna göras för att framhäva den ena eller den andra egenskapen.

Stabilitet.

Minskas t från det värde som ger minsta totala dämpning erhålles bättre frekvensstabilitet och sämre amplitudstabilitet. Ökas antalet maskor förbättras bägge.

Rör.

I stället för ECH 21 kan användas ECH 4, 6B8 eller annan triod-högfrekvenspentod samt EBF 11, 6F7 eller annan diod-högfrekvenspentod. Dessutom torde EBL 21 eller annan diod-slutpentod kunna användas, samt möjligen 6F5 eller annan hög- μ -triode. Det senare kan särskilt vara lämpligt om mycket billig oscillator önskas, i vilket fall även AVC-n förutsättes slopad. Behövs ej inbyggd AVC-likriktare kan vilket rör som helst användas, blott det lämnar tillräcklig förstärkning.

Variabel frekvens.

Denna kopplingstyp har även använts för variabel frekvens [5, 8, 9], vanligen med $R/C(3)$ -nät och tregangskondensator ($t=1$). Det är naturligtvis i så fall ganska svårt att få förstärkningen att räcka till, varför dålig reglering kan väntas. (Bättre vore att använda en gangkondensator med delad stator och fördela sektionerna så att högre t erhålles. Sålunda kan exempelvis en tvågang 140+280 pF kondensator uppdelas i 140+280+420 pF varvid t blir 2 resp. 1,5 vilket ger ungefär 18 ggr dämpning i stället för 29 med en vanlig tregangskondensator.)

För låga frekvenser (under 1 000 p/s) är det lämpligare att använda C/R -nät med gangade variabla motstånd, varvid t lätt kan anpassas för lägsta dämpning som vid fast frekvens. Fordringarna på gangningens noggrannhet äro, som tidigare nämnts, låga.

Svårigheterna att göra ett variabelt återkopplingsnät med låg dämpning för 180° fasvridning gör emellertid denna generatortyp mindre lämpad för variabel frekvens.

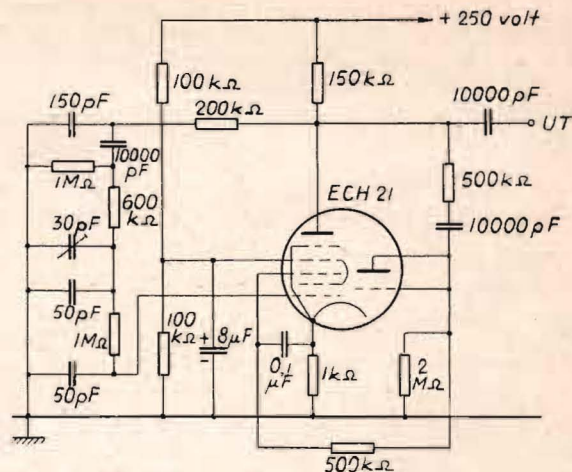


Fig. 9. Signalgenerator för 7 000 p/s enligt konstruktionsexempel.

Användes i stället en tvårörsförstärkare svänger anordningen då fasvridningen i återkopplingsnätet är 0°. Man kan då använda nät med lägre dämpning och impedanser, negativ återkoppling på förstärkaren, effektiv reglering etc. [10]. Kostnaden blir dock ungefär den tredubbla.

Slutligen kan nämnas att utspänning i fas med inspänningen även kan erhållas genom specialkoppling på ett rör (transkonduktansen från ett bromsgaller till ett närmare katoden liggande skärmgaller kan göras negativ: transitronprincipen) [11, 12].

Litteraturförteckning.

- [1] Davidson, J. A. B.: »Variable Frequency Resistance Capacity Oscillators», Electronic Engineering jan. 1944, sid. 316.
- [2] Schröder, J.: »RC-oscillatorer», Populär Radio jan. 1944, sid. 4.
- [3] Laurent, T.: »Negativ återkoppling», Populär Radio maj 1941, sid. 103.
- [4] Stockman, H.: »Mätningar på motkopplade förstärkare», Populär Radio juli 1943, sid. 118.
- [5] Ginzton and Holnigsworth: »Phase-Shift Oscillators», Proc IRE febr. 1941, sid. 43.
- [6] Peterson etc.: »Regeneration Theory and Experiment», Bell System Technical Journal okt. 1934, sid. 680.
- [7] Gauger und Berrang: »Gegentaktsender für stetig regelbare, sehr tiefe Frequenzen», Telephonen-, Fernsprech-, Funk- und Fernseh-Technik sept. 1941, sid. 257.
- [8] Bucher, K.: »RC-Generatoren», Telephonen-, Fernsprech-, Funk- und Fernseh-Technik dec. 1942, sid. 307.
- [9] Whitehead: »Designing a Resistance-Capacity Oscillator», Wireless World dec. 1942, sid. 278.
- [10] Führer, K.: »Induktionsfri generator och selektiv förstärkare för tonfrekvenser», Teknisk Tidskrift 2 okt. 1943, sid. E157.
- [11] Francini, G.: »Tubi amplificatori a transconduttanza negativa», Alta Frequenza aug./sept. 1942, sid. 369.
- [12] Davidson, W.: »A Different Negative-Resistance Oscillator», QST juli 1943, sid. 25.

I nästa nummer bland annat:

Kortvågsmottagare med två rör för batteridrift
FM-reläförbindelse på 90 cm våglängd
I serien »Mottagarens ljudkvalitet»: ljudtryck och
phonskala, dynamik, motkoppling m. m.

W. Furrer: Om radiostudions akustik

III. Efterklangsteorier och efterklangsmätningar

Av assistent Kjell Stensson

(AB Radiotjänst)

a) Diskussion av efterklangsteorierna.

Begreppet »ett rums efterklangstid» (T) infördes i akustiken av den tidigare nämnde W. C. Sabine. Denna definieras som den tid, som åtgår för att den i stationärt tillstånd befintliga ljudenergien i en punkt skall sjunka till $1/1\,000\,000$ av det värde, som förelåg i ögonblicket för ljudkällans avkoppling. Sabine påvisade på experimentell väg, att ljudenergien avtar efter en exponentialkurva, och att exponentens storlek bestämmes av dämpningen i rummet men är oberoende av dennas fördelning på olika ytor.

Sabine uppställde även en efterklangsformel, som han kom fram till genom att följa gången av en »medel»-ljudstråle. Vid varje reflexion mot någon av rummets begränsningsytor avtar dennas intensitet (I) med en faktor $(1-\alpha)$, där α betecknar absorptionskoefficienten. För att få ett grepp om antalet reflexioner per tidsenhet införde Sabine vidare begreppet »fri medelväglängd» l_m och uppställde relationen

$$l_m = k \cdot \frac{V}{S}$$

Här betecknar V rummets volym, S sammanlagda begränsningsytan och k en faktor, som Sabine experimentellt bestämde till 4. Antalet reflexioner per sekund uppgår till c/l_m (c = ljudhastigheten i m/sek.). Följande samband kan då uppställas:

$$I_t = I_o (1-\alpha)^{\frac{c}{l_m} \cdot t}$$

För $t = T$ blir enligt definitionen på efterklangstid

$$\frac{I_T}{I_o} = 10^{-6}$$

Härav erhålles vidare

$$e^{-\frac{cTS}{4V} \ln(1-\alpha)} = 10^6$$

$$T = \frac{4 \cdot 6 \cdot \ln 10}{c} \cdot \frac{V}{S \cdot \ln(1-\alpha)}$$

$$T = -0,16 \frac{V}{S \cdot \ln(1-\alpha)} \quad (1)$$

För $\alpha \ll 1$ blir $-\ln(1-\alpha) \approx \alpha$

$$T = \frac{0,16 \cdot V}{\alpha \cdot S} \quad (2)$$

Uttrycket (2) utgör den bekanta Sabines formel. Härvid gäller att

$$\alpha = \frac{\sum_1^n a_n S_n}{S}$$

De enskilda absorptionsytorna $a_n S_n$ adderas alltså aritmetiskt. Absorptionskoefficienten α är följaktligen det aritmetiska medelvärdet av de enskilda absorptionsytornas absorptionsförmåga.

Olika forskare ha fäst uppmärksamheten på, att om $\alpha > 0,2$, så är approximationen $-\ln(1-\alpha) = \alpha$ icke tillåten. Mest bekant är amerikanaren C. F. Eyrings arbeten. Formeln (1) brukar av den anledningen vanligen bära hans namn.

Engelsmannen G. Millington har från geometriskt-statistiska förutsättningar härlett en ny formel för efterklangstiden. Denna har utseendet:

$$T = \frac{-0,16 \cdot V}{\sum_1^n S_n \cdot \ln(1-\alpha_n)}$$

Denna formel skiljer sig från de båda föregående därigenom, att de enskilda absorptionsytorna adderas geometriskt i st. f. aritmetriskt. I ett avseende väcker formeln genast betänkligheter. Om nämligen absorptionskoefficienten för endast en av absorptionsytorna uppgår till 1 (exempelvis ett öppet fönster), så får T värdet 0, vilket uppenbarligen icke motsvarar den fysikaliska verkligheten. Mot detta resonemang kan man emellertid bl. a. rikta den invändningen, anser förf., att en absolut absorption över huvud taget icke existerar, eftersom även vid ett öppet fönster viss reflexion av energi sker till följd av böjningsfenomen vid fönstrets kanter.

Förf. genomgår även summariskt de försök, som gjorts av olika forskare (Strutt, f. ö. känd som författare till en bok om kortvägsmottagning, som anmälades i PR 2/1940, vidare Schuster och Waetzmans) att härleda efterklangsformler med utgångspunkt från Rayleighs ekvationer för de odämpade egensvängningarna hos det parallellipipediska rummet. De resultat, som erhållits, anser förf. i princip bekräfta de formler, som erhållits genom att betrakta strål gången. Av särskild vikt anser förf. det vara, att den av Millington föreslagna geometriska additionen av absorptionsytorna här bekräftas som den riktigare. Schuster-Waetz-

manns undersökningar ge vidare vid handen, att Sabines empiriskt bestämda konstant ($= 4$) i uttrycket för medelvåglängden gäller för ett normalt parallellipediskt rum. I detta sammanhang förtjänar det att framhållas, att den tyske fysikern Jäger redan långt tidigare kommit fram till samma värde för konstanten ifråga vid sina undersökningar inom den kinetiska gasteoriens område. Av denna anledning hör man ofta talas om den Sabine-Jägerska formeln för efterklangstiden.

Två tyska forskare, Hubert och Lothar Cremer, ha genomfört omfattande undersökningar för att bestämma giltighetsområdena för de olika efterklangsformlerna. Deras undersökningar omfatta emellertid endast de porösa ljudabsorbenterna; ljudabsorbenter i form av svängande plattor ha de icke tagit upp till behandling. De ha bl. a. funnit, att efterklangsformlerna äga giltighet, om ljudfördelningen i rummet är likformig, och om $-\ln(1-a)$ för en ljudabsorbent ökar omvänt med cosinus för infallsvinkeln.

Förf. fastslår sammanfattningsvis, att det inte existerar några undersökningar, som lämna uttömmande besked i frågan om efterklangsformlernas giltighetsområden och om den noggrannhet man kan vänta sig vid deras tillämpning. Förf. har därför känt det av behovet påkallat att genom *experiment* på bred statistisk basis söka erhålla klarhet i denna viktiga fråga.

b) Tekniken vid efterklangsmätningar.

Förf. lämnar först en översikt över utvecklingen på detta område. Sabine använde sig av orgelpipor som ljudkälla och uppmätte den subjektivt uppskattade efterklangstiden med stoppur. Senare infördes högtalare som ljudkälla och mätningen skedde objektivt därigenom, att uret startades och stoppades av reläer, som trädde i funktion, då vissa inreglerade gränsvärden underskredos. Metoder, där ballistiska galvanometrar kommit till användning, ha även praktiserats.

Alla dessa metoder äro behäftade med den nackdelen, att varje mätning endast bestämmer en enskild punkt på kurvan för ljudnivåfallet. Emellertid utbildar sig i varje ljudande rum ett synnerligen komplicerat interferensfält, så att nivåfallskurvan för varje punkt i rummet uppvisar avsevärda variationer kring en medelkurva. Värdespridningen blir därför så stor med dessa metoder, att det ställer sig nödvändigt att utföra ett stort antal mätningar för att få någorlunda tillförlitliga värden.

Man övergick därför ganska snart till att studera hela nivåfallskurvan på oscillografisk väg. Denna metod har emellertid den nackdelen, att den endast omspannar ett amplitudförhållande av ungefär 1:10. Detta område har man sökt utöka genom att åstadkomma en viss automatisk höjning av förstärkningsgraden efter en bestämd tidrymd, vanligen 0,5 sek. (fig. 4, 1). Detta förfaringsätt medförde en viss för-

bättring, men arbetet med att bearbeta oscillogrammen blev omständigt och resultaten osäkra. Nästa steg i utvecklingen blev införandet av exponentialrör, varigenom oscillogrammets ordinata erhöill logaritmiskt mått. Mätområdet utökades härigenom avsevärt, och dessutom erhöill man efterklangskurvan i form av en rät linje, eftersom kurvan för nivåfallet utgöres av en exponentialfunktion (fig. 4, 2). Med dessa anordningar har förf. utfört talrika mätningar i s. k. skallrum (akustiska mättrum med hårda väggar, dvs. med liten absorption) med goda resultat.

För närvarande användes vid efterklangsmätningar den i alla elektroakustiska laboratorier vanliga Neumannskrivaren som registreringsinstrument. Samtliga erforderliga mätningar har förf. utfört med denna apparat.

För att eliminera störljuden och reducera högtalarklirrfaktorn har förf. funnit det ändamålsenligt att ha ett s. k. oktavfilter mellan mikrofonförstärkaren och skrivaren. Mätningarna ha skett över frekvensområdet 100—4800 p/s för 12 olika frekvenser, belägna på ett inbördes avstånd av en halv oktav. Mätnoggrannheten för varje enskild mätning uppgår till 0,1 sek., bortsett från den värdespridning, som är en följd av att mätningarna ske på olika platser i rummet. Denna spridning kommer att behandlas i nästa avsnitt. För vidare detaljer över mätförfarandet hänvisar förf. till sitt 1937 publicerade arbete »Om akustiska mätningar i konsertsalar» (jfr den redaktionella notisen till första artikeln). Detta arbete kommer att bli föremål för referat i ett kommande nummer av PR. Den intresserade läsaren kan också med fördel ta del av den instruktiva artikeln »Rumsakustik och mikrofonplacering», 2. Efterklangstid och ljudabsorption, som publicerades i PR 9/1942.

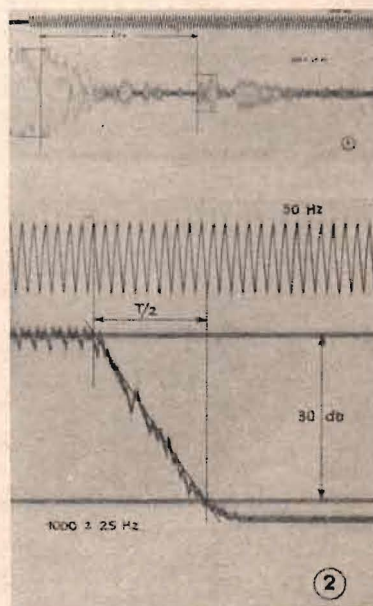


Fig. 4. Typiska oscillogram vid efterklangsmätningar.

Som ljudkälla användes till en början vid talrika försök lösa skott från pistol. Denna metod har framför allt den praktiska fördelen, att den fordrar ett relativt litet uppådd av apparatur. För studiomätningar är emellertid denna fördel utan större betydelse, varför förf. vid samtliga undersökningar använt högtalare som ljudkälla.

För att i görligaste mån förhindra uppkomsten av sådana interferensfält, som äro otänkbara vid verkliga driftförhållanden, sker dylika mätningar icke med rena toner utan med frekvensmodulerade mättoner («Heulton»). Frågan om den ändamålsenligaste frekvensmoduleringen för dessa har ingående diskuterats i fackpressen. Den amerikanske forskaren Barrow har sålunda från geometriska förutsättningar kommit fram till, att kvoten $\frac{\Delta f}{f_0}$ bör vara konstant. Här betecknar Δf halva frekvensändringen och f_0 frekvensen för mättonen («bärfrekvensen»).

Den frekvensmodulerade tonen ger upphov till ett interferensfält, där de ingående frekvenskomponenterna bilda ett linjärt spektrum. Om komponenterna utanför området $f_0 \pm \Delta f$ försummas, kan deras antal N beräknas ur formeln (δ frekvensändringens frekvens).

$$N = \frac{2 \cdot \Delta f}{\delta} + 1$$

Förf. ställer sig kritisk till Barrows undersökningar och söker sig fram på en annan väg. I stället för att utgå från geometriska synpunkter baserar förf. sitt resonemang på det antal egenfrekvenser hos rummet, som framkallas av mättonen. För att få ett så stort komponentantal som möjligt och därigenom ha utsikter att framkalla ett stort antal egenfrekvenser bör man enligt formeln ovan välja Δf så stort och δ så litet som möjligt.

Uppåt är emellertid Δf begränsad till sin storlek av det förhållandet, att det ju gäller att ange efterklangstiden som funktion av frekvensen. Blir nu Δf för stort, förlora dessa

mätningar sin mening. Förf. har därför begränsat värdet för Δf till 25 p/s. För den lägsta mätfrekvensen 100 p/s motsvarar detta en total frekvensförskjutning av $\pm 25\%$ (75—125 p/s), vilket här nära nog uppgår till en oktav.

Nedåt är storleken på δ begränsad av egenfrekvensernas dämpningsdekrement och framför allt av Neumannskrivarens tröghet. Av fig. 5 framgår, att intensitetsskillnaderna hos interferensfältet äro av storleksordningen 30 dB, vilka således skola utforskas genom mättonen. För små δ håller förf. det för troligt, att ett större antal egenfrekvenser hos rummet framkallas. Men denna procedur får inte ske för långsamt, eftersom det då är fara värt att egenfrekvenserna få tid att dö ut, varigenom skrivarens utslag kommer att variera otillätet mycket. För ett δ -värde av 9 p/s komma dessa variationer att ha värden mellan 3 och 5 dB, vilket förf. anser sig kunna tolerera i praktiken. För ovan nämnda värden på Δf och δ blir $N = 10$.

Nu uppställer sig frågan, i vilket förhållande detta värde står till antalet egenfrekvenser hos rummet inom frekvensintervallet ifråga. Amerikanaren Bolt har här angivit en formel, enligt vilken egenfrekvenser hos ett parallellpipedisks rum (dimensionerna l_x, l_y, l_z) kunna beräknas inom ett visst frekvensområde. Formeln har utseendet

$$\frac{dN_e}{df} = \frac{4\pi V}{c^3} \left(f^2 + \frac{c \cdot R^{1/2}}{2V} \cdot f \right)$$

där $R = (l_x l_y)^2 + (l_x l_z)^2 + (l_y l_z)^2$ och c = ljudhastigheten.

Det ogynnsammaste fallet föreligger för ett litet rum vid låg frekvens (100 p/s). Om som exempel tas en studio med dimensionerna $3 \times 4 \times 3,5$ m, erhålles inom frekvensintervallet 75—125 p/s för N_e det ungefärliga värdet 11. Man kan alltså räkna med ett lika stort antal egenfrekvenser hos rummet som komponenter hos mättonsfältet. Detta får naturligtvis inte tolkas så, att varje mättonskomponent skulle sammanfalla med en av rummets egenfrekvenser och alltså framkalla den. Om man emellertid antar en genomsnittlig sannolikhet härför av 0,5, får man till resultat, att endast fem eller högst sex av rummets egenfrekvenser framkallas i föreliggande fall. Man måste alltså räkna med att erhålla en otillräcklig kännedom om interferensfältet i rummet för detta det ogynnsammaste fallet. Detta bekräftas även av utförda experiment. För tilltagande volym och med ökande frekvens förbättras emellertid dessa förhållanden snabbt.

Det Barrowska kravet att kvoten $\frac{\Delta f}{f_0}$ skall vara konstant förefaller följaktligen icke välgrundat. Vid alla mätningar har därför Δf och δ hållits konstanta.

Förutom genom efterklangsmätningar kan man även bestämma absorptionskoefficienten genom mätningar på ett rum i stationärt tillstånd. Man tar därvid upp resonanskurvor för egensvängningarna och kan ur deras bredd beräkna de-

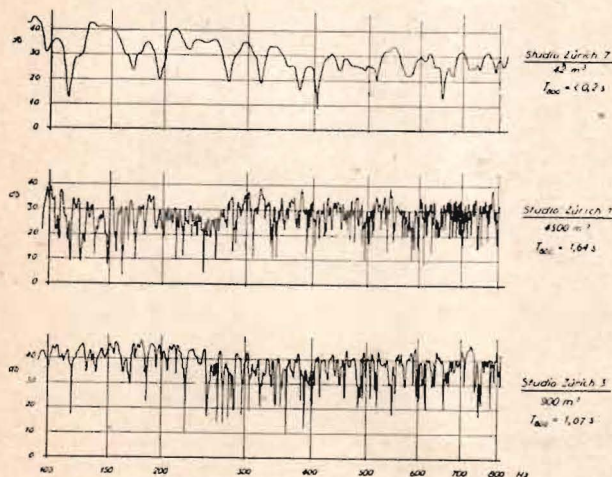


Fig. 5. Frekvenskurvor för tre olika studios, uppmätta vid stationärt ljudfältstillstånd.

ras dämpningsdekrement och den sökta absorptionskoefficienten. Amerikanaren Hunt har närmare diskuterat denna metod men endast för modellrum. Det visar sig också, att metodens tillämpning i praktiken är förenad med betydande svårigheter. Fig. 5 återger resultaten för tre olika studios, där metoden kommit till användning. Kurvorna ha upptagits med högtalare och svävgenerator, för vilken frekvensen ändrats långsamt och kontinuerligt (området 100—300 p/s överfäres på 180 sek.). Frekvenskurvan från mikrofon till högtalare har korrigerats, så att kurvorna direkt kunna anses återge ifrågavarande rums frekvenskurva.

Av kurvorna framgår, att egenfrekvensernas antal inom ett visst frekvensintervall ökar med växande volym och att de enskilda resonanskurvorna för den hårt dämpade studio 7 är väsentligt bredare än för de båda andra lokalerna 1 och 3.

Förf. anser dessa kvalitativa slutsatser vara mycket åskådliga men tror det knappast möjligt att utvinna några tillförlitliga kvantitativa resultat ur dem. I speciella fall, exempelvis för mycket små rum och vid mycket låga frekvenser, kan metoden ha ett visst värde. Några utsikter att kunna ersätta efterklangsmetoderna har denna metod emellertid icke.

*

I nästa nummer kommer den återstående delen av avsnittet »Efterklangsteorier och efterklangsmätningar» att behandlas. Denna omfattar »Experimentella undersökningar över efterklangsformlernas giltighetsområden» och har följande underavdelningar: Efterklangsvärdenas spridning för olika mätplatser i rummet, Jämförelser mellan absorptionsmätningar i olika rum, Absorptionsmätningar i skallrum samt Fladderekon och singulära egenfrekvenser.

Amatörbygge

Enhet nr 3: högfrekvensdelen*. Av ingenjör H. Elvingdahl

Turen har i dag kommit till behandlingen av högfrekvensdelen i vår mottagare och skall som vanligt föreslås två alternativ. Det är ju denna del i en mottagare som oftast blir föremål för om- och tillbyggnad, och därvid är det i regel så, att man vill ha en mindre apparat antingen selektivare (ernås genom ändringar i mellanfrekvensen) eller känsligare (genom ökad högfrekvensförstärkning).

Med 6 i stället för 4 mellanfrekvenskretsar kan man erhålla en jämnare och mera idealisk resonanskurva, vilket möjliggör kvalitetsmottagning av en närbelägen stark station såväl som god distansmottagning. Med 4 kretsar skulle man behöva variabel bandbredd för att nöjaktigt ernå det samma. Med 6 kretsar, uppdelade på tre bandfilter, samt två mellanfrekvensrör i stället för ett, erhåller man alltså både god fidelitet (ljudtrohet) och god selektivitet. Vidare kan man ha mindre förstärkning per steg. Man kan således utföra kretsarna med lägre parallellresonansmotstånd, dvs. minskad induktans och motsvarande större kapacitans. Genom detta erhålles mindre dämpande verkan av parallellt med kretsarna liggande motstånd, och man kan erhålla ett högre Q-värde. En annan fördel med större avstämningsskapacitans är att en liten kapacitansändring har mindre inverkan på kretsens avstämning (t. ex. om man byter rör i mellanfrekvensen).

* Artiklarna nr 1 och 2 i denna serie återfinnas i nr 12, 1943 och 4, 1944.

Vid trekretsiga bandfilter blir förstärkningen mindre än med tvåkretsiga, varigenom kretsarna måste utföras med större parallellresonansmotstånd, om man skall erhålla samma förstärkning som med tvåkretsiga, och man får alltså lägre Q-värden. Därmed kan sägas att de tvåkretsiga mellanfrekvensbandfiltren lämpa sig bäst. I fig. 1 visas en högfrekvensdel, försedd med tre tvåkretsiga mellanfrekvensfilter.

I fråga om ökad högfrekvensförstärkning tillkommer en faktor, som sätter en gräns för alltför stora utvidgningar åt det hållet. Kommer man upp till känsligheter bättre än 2 μV , så kommer nämligen största delen av den inkommande signalspänningen att bestå av brus, dels utifrån kommande genom antennen och dels rörbrus, som uppstår i högfrekvensröret. I större apparater brukar man eliminera detta brus genom att anordna en särskild volymkontroll, som reglerar högfrekvensen. Men om man nu måste reglera även högfrekvensen, så borde det ju vara bättre att anordna en större mellanfrekvensförstärkning och på det sättet få en känsligare apparat. I enlighet med detta resonemang har förf. utprovat apparaten i fig. 1.¹

Det stora problemet f. n. är att kunna få tag i lämpliga spolsystem. Genom de svåra avspärningarna kunna vi ju

¹ Givetvis finns det en gräns även för den tillåtna graden av mellanfrekvensförstärkning, nämligen den som sättes av bruset i blandarröret. Vid två mellanfrekvenssteg i stället för ett måste förstärkningen per steg avsevärt reduceras, för att ej detta brus skall ta överhand över signalen. (Red. anm.)

inte få köpa de förut i handeln förekommande, relativt goda italienska spolsystemen. Nu finnas i stället danska system, som visat sig vara bra och kunna rekommenderas till alla dem, som ej äro i tillfälle att själva linda sina spolar.

I fig. 1 visas en högfrequensdel med två mellanfrekvenssteg. I serie med antennen ligger en s. k. sugkrets LC_2 , vilken består av en serieresonanskrets och är avstämd till mellanfrekvensen eller i detta fall 470 kc/s. Ändamålet är att hindra frekvenser av mellanfrekvensens storlek att inkomma och bilda interferenser. I gallerispolen kan man anmärka på, att AVK är lagd även till första röret. På mellan- och långvåg kan detta vara berättigat, men om man är kortvågsläsnare, vill man nog vara utan AVK. Densamma kan ju lätt genom en omkopplare bortkopplas vid kortvåg och inkopplas vid andra våglängder. Skärmgallerispanningen till ECH 11 delas även av EF 11 och EBF 11. Detta gör ju att man inbesparar både motstånd och kondensatorer. EF 11 användes såsom mellanfrekvensrör och har normal kopp-

ling. Röret EBF 11 användes dels såsom andra mellanfrekvensrör, dels såsom andra detektor. Från ett uttag på en tredjedel av spolen i tredje mellanfrekvensens primärkrets uttages över en kondensator C_{20} AVK-spänning till dioden i EBF 11. Värdet på denna kondensator måste utprovas, då det varierar med kretsarna som användas. På sekundärsidan uttages spänningen till dioden från en tredjedel av spolen. Detta gör att kretsen ej kommer att vara så hårt belastad. Från samma krets uttages en spänning till det magiska ögat över ett motstånd på 2 M Ω . Ögat har, genom att dess katod lagts till katoden på mellanfrekvensröret EF 11 erhållit en förspänning, som gör att arbetspunkten blir lämpligare.

I övrigt skall endast framhållas vikten av att skärma alla ledningar förande högfrequens. Det är oftast bättre att skärma för mycket än för litet. Avkopplingskondensatorerna C_{21} , C_{22} och C_{24} läggas omedelbart vid ingången till mellanfrekvensburkarna. Utgången från högfrequensdelen till förstärkaren måste också väl skärmas.

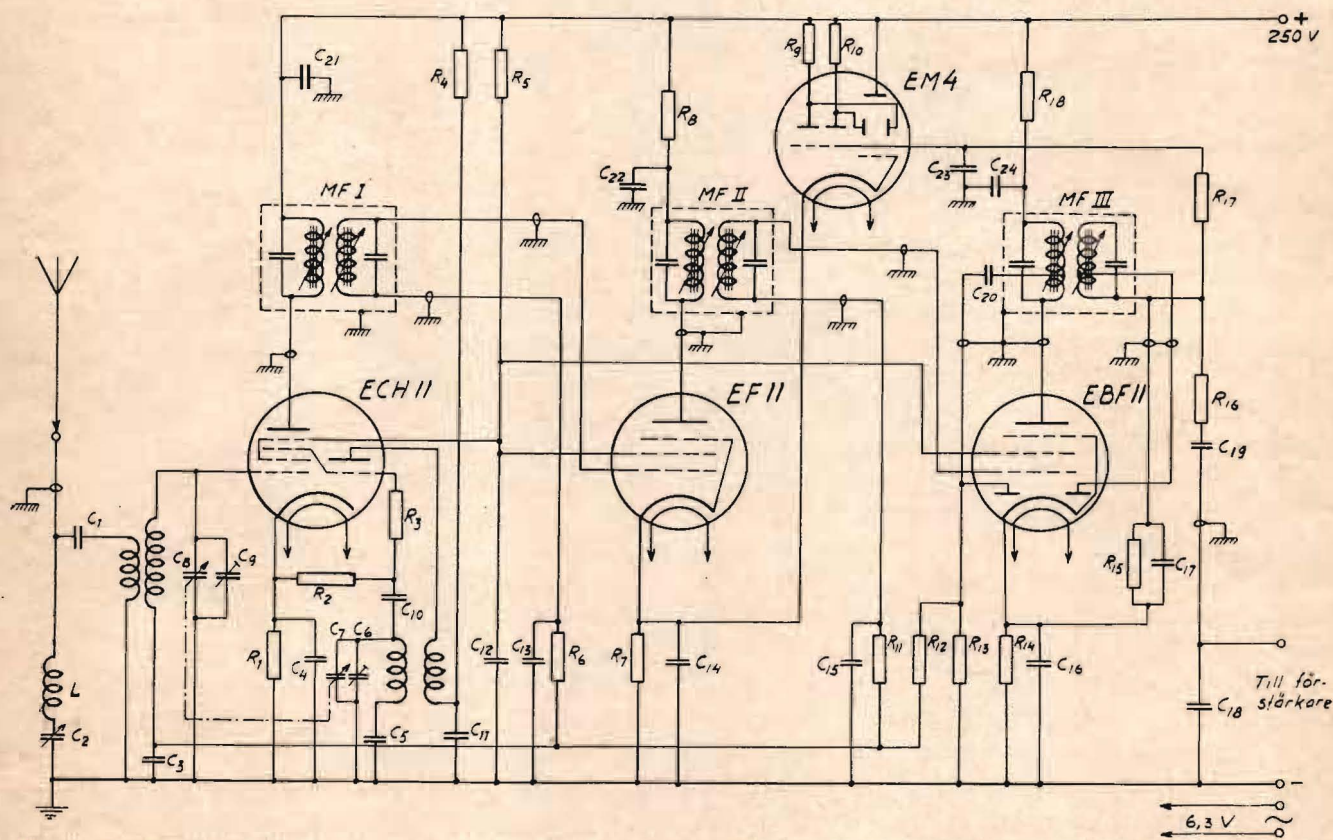


Fig. 1. Kopplingsschema för den i artikeln föreslagna högfrequensdelen med två mellanfrekvenssteg och magiskt öga. Värderna på ingående motstånd och kondensatorer följa här nedan.

$R_1=250 \Omega$, 2 W.
 $R_2=50 \text{ k}\Omega$, 1/4 W.
 $R_3=150 \Omega$, 1/4 W.
 $R_4=30 \text{ k}\Omega$, 1 W.
 $R_5=50 \text{ k}\Omega$, 1 W.
 $R_6=100 \text{ k}\Omega$, 1/4 W.
 $R_7=1000 \Omega$, 2 W.
 $R_8=3 \text{ k}\Omega$, 1/2 W.
 $R_9=1 \text{ M}\Omega$, 1/4 W.

$R_{10}=1 \text{ M}\Omega$, 1/4 W.
 $R_{11}=100 \text{ k}\Omega$, 1/4 W.
 $R_{12}=1 \text{ M}\Omega$, 1/4 W.
 $R_{13}=1 \text{ M}\Omega$, 1/4 W.
 $R_{14}=300 \Omega$, 2 W.
 $R_{15}=250 \text{ k}\Omega$, 1/4 W.
 $R_{16}=50 \text{ k}\Omega$, 1/4 W.
 $R_{17}=2 \text{ M}\Omega$, 1/4 W.
 $R_{18}=3 \text{ k}\Omega$, 1/2 W.

$C_1=1000 \text{ pF}$.
 $C_2=4-28 \text{ pF}$ trimmer.
 $C_3=50000 \text{ pF}$.
 $C_4=0,1 \mu\text{F}$.
 $C_5=\text{paddingkondensator}$.
 $C_6=4-28 \text{ pF}$ trimmer.
 $C_7=\text{vridkondensator}$.
 $C_8=\text{vridkondensator}$.

$C_9=4-28 \text{ pF}$ trimmer.
 $C_{10}=50-100 \text{ pF}$.
 $C_{11}=0,1 \mu\text{F}$.
 $C_{12}=0,5 \mu\text{F}$.
 $C_{13}=50000 \text{ pF}$.
 $C_{14}=0,1 \mu\text{F}$.
 $C_{15}=50000 \text{ pF}$.
 $C_{16}=25 \mu\text{F}/10 \text{ V}$.

$C_{17}=250 \text{ pF}$.
 $C_{18}=100 \text{ pF}$.
 $C_{19}=5000 \text{ pF}$.
 $C_{20}=50-100 \text{ pF}$.
 $C_{21}=0,5 \mu\text{F}$.
 $C_{22}=0,5 \mu\text{F}$.
 $C_{23}=0,1 \mu\text{F}$.
 $C_{24}=0,5 \mu\text{F}$.

Vid placeringen av detaljerna bör man tillse, att ledningsdragningen blir den kortaste möjliga. Särskilt bör tillses att de ledningar, som gå från anoder och galler till mellanfrekvensbandfiltren, bli korta. I en apparat som denna kan man ofta, om ledningsdragningen är fel utförd, få ganska obehagliga återkopplingar mellan mellanfrekvensrören.

Spänningar till högfrekvensdelen uttagas från likriktaren såsom vid förstärkarna genom flätade 4-ledare, vars ena ände är insatt i en gammal rörsockel.

Det magiska ögat, som är en del för sig, får sina spänningar från en 8-polig oktall-rörhållare, placerad på chassiet. På rörhållaren till ögat äro de tvenne motstånden på $1\text{ M}\Omega$ placerade. Från denna hållare leder sedan en 6-ledare, vars andra ände är fäst i en gammal rörsockel.

En enklare högfrekvensdel, bestående av endast två rör,

kan erhållas genom att utelämna mellanfrekvenssteget med röret EF 11 i fig. 1. Även magiska ögat kan utelämnas. (Förf. har tänkt sig denna del kombinerad med den mindre förstärkaren.) Det blir alltså samma blandarrör och mellanfrekvensrör jämte andra detektor som i föregående apparat.

Beträffande trimning av apparaterna få nog de, som icke själva ha tillgång till lämplig signalgenerator, lämna bort apparaterna till någon radioservis. Samtliga chassier böra målas med någon rostskyddande färg. Lämpligt till sådan behandling är Zapon-lack.

Utgången från högfrekvensdelen skall vid den större förstärkaren i aprilnumret gå in på gramfonklämmorna. Volymkontroll finns i både den större och den mindre förstärkaren, varför högfrekvensdelen ej försetts med någon sådan kontroll.

Några enkla mätningar

med impedansbrygga

Av ingenjör John Schröder

(Forts.)

Mätningar på likströmsbelastade transformatorer och drosslar.

De mätningar, som genomgått i föregående avsnitt, ha avsett transformatorer, vilkas järnkärnor icke äro likströmsmagnetiserade. I ovan anförda exempel med en effektransformator inkopplad mellan högtalare och ett push-pull-kopplat slutsteg upphäva anodströmmarna i resp. lindningshalvor varandras verkan, varför någon likströmsmagnetisering av kärnan icke uppkommer. Annorlunda blir det om slutsteget utgöres av endast ett rör. Då måste man i allmänhet räkna med att utgångstransformatorn be-

lastas med slutrörets anodström. Den härvid uppkommande likströmsmagnetiseringen, som vid kraftiga slutrör kan bli nog så betydande, medförde bl. a. att transformatorns primärinduktans minskas till ungefär halva värdet, om transformatorns kärna är försedd med ett på lämpligt sätt avpassat luftgap (jmf. Holger Marcus, Beräkning av utgångstransformatorer, P. R. sept. 1942, sid. 164). Detta betyder emellertid, att undre gränshänsen höjes, och därmed minskas ju det område inom tonfrekvensbandet, inom vilket transformatorns frekvenskurva är rak. Man måste tydligen, när det gäller likströmsbelastade transformatorer, utföra impedansmätningen under driftförhållanden, dvs. man måste under mätningen belasta transformatorn med en likström, som svarar mot den anodström, som kommer att genomflyta transformatorns primärlindning, då den är inkopplad i drift.

Med Grützmachers impedansbrygga kan man efter inkoppling av särskilda stoppkondensatorer (C_1 i fig. 6) bekvämt utföra mätningar på likströmsbelastade transformatorer och drosslar. Man seriekopplar härvid mätspänningen E med ett torrbatteri, som överbryggas med en kondensator (C i fig. 6). Likströmmen kommer (jmf. fig. 6) att passera referensmotståndet R_0 och det mätobjekt, drossel eller transformator, som man skall mäta på. Genom att ändra på torrbatteriets spänning, kan man lätt avpassa strömmen genom mätobjektet till det värde, som svarar mot

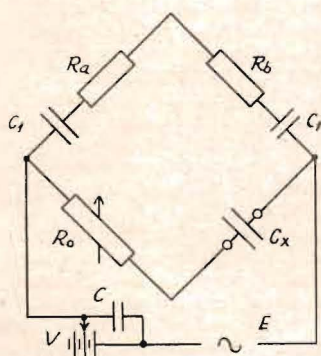


Fig. 6. Principschema för Grützmachers impedansbrygga omkopplad för mätning på likströmsbelastade transformatorer eller drosslar. Beträffande värdet på C och C_1 se texten.

driftsförhållandena. Stoppkondensatorerna C_1 förhindra, att likspänningen kommer in på rationsmotstånden R_a och R_b . Dessa senare skulle nämligen, om stoppkondensatorer icke insattes, under vissa förhållanden medföra alltför stor belastning på torrbatteriet.

Kondensatorerna C_1 måste vara så avpassade, att deras reaktans vid den frekvens, vid vilken mätningen företages, är högst $1/7$ av resistansen hos rationsmotstånden R_a och R_b . Dessa äro i modellapparaten $0,6 \text{ k}\Omega$, varför vid frekvensen 500 Hz stoppkondensatorerna, som måste vara lika stora, skola ha en kapacitet som icke understiger $3,7 \text{ }\mu\text{F}$. Kondensatorn C kan lämpligen ha ungefär samma värde.

Vid 50 Hz mätspänning skulle man egentligen behöva tillgripa stoppkondensatorer, vilkas kapacitet icke understred $37 \text{ }\mu\text{F}$. Så stora kondensatorer är det självfallet en

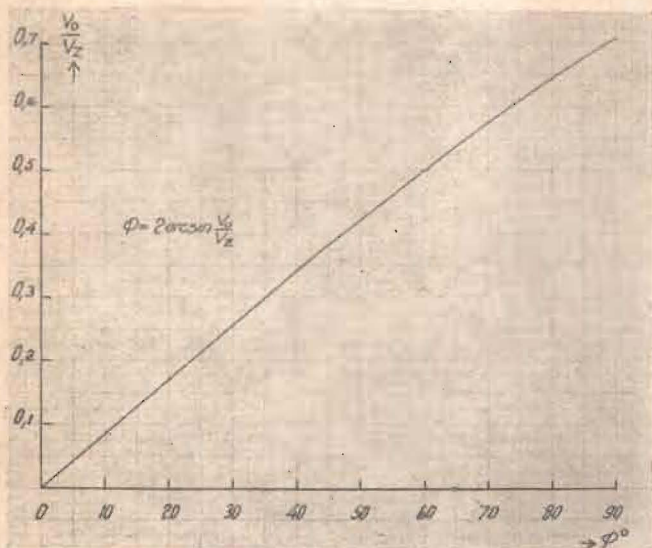


Fig. 7. Diagram för bestämning av fasvinkeln ur uppmätta värden på spänningen över Z och R_0 (V_z) och diagonalspänningen (V_0).

Forts. från sida 130

pull förefinnes icke. Det är endast graden av amplitud-distortion som i båda fallen faller utslaget. Härvid måste man även ta i betraktande procenthalten av de enskilda övertoner.

»Kortvågdetektor». Finns det något botemedel mot tjut på svängningsgränsen vid kortvågsmottagare, där detektorn är kopplad medelst lågfrekvensdrossel eller lågfrekvenstransformator till nästa rör?

Svar: Ett motstånd över drosseln resp. transformatorns sekundärlindning brukar hjälpa. Prova till en början med $0,3$ eller $0,2 \text{ M}\Omega$, och hjälper ej detta, så gå ned till $0,1 \text{ M}\Omega$. I senare fallet kommer förstärkningen att märkbart sjunka, men det är viktigare att återkopplingen fungerar perfekt.

»Mättekniker». 1) Jag behöver en rörvoltmeter för spänningsmätning vid vanliga våglängder ($200\text{--}2000 \text{ m}$). Måste jag då använda en typ med diod, där denna är fäst i ändan på en sladd, så att den kan föras alldeles intill mätpunkterna, för att ledningarna från dessa till röret skola bli så korta som möjligt. Får jag ett fel i mätningarna vid långa ledningar till röret i rörvoltmetern, i detta fall dioden?

2) Bli förlusterna genom rörvoltmetern mindre, dvs. dämpas den mätta kretsen mindre, då en rörvoltmeter med diod begagnas?

smula opraktiskt att arbeta med. Man kan emellertid utföra fasvinkelbestämningen på speciellt sätt så att man slipper från med betydligt mindre kondensatorvärden, exempelvis 2 eller $4 \text{ }\mu\text{F}$ (båda stoppkondensatorerna måste dock vara lika stora). Men mera härom senare.

Amplitudbestämningen tillgår så, att man till en början mäter upp $|Z|$ på vanligt sätt, varvid torrbatteriet icke är inkopplat. Därefter kopplar man in torrbatteriet och avpassar torrbatteriets spänning så, att man får en likström genom mätobjektet, som svarar mot driftsströmmen. Härvid ändras emellertid induktansen hos mätobjektet, så att en efterjustering av R_0 för att återupprätta bryggbalansen erfordras. I och med att R_0 ändrades, ändrades ju samtidigt strömmen genom mätobjektet, varför man nu måste välja en ny polspänning hos torrbatteriet, för att strömmen genom mätobjektet ånyo skall uppnå driftsvärdet. Man fortsätter på detta sätt, tills man uppnår bryggbalans $R_0 = |Z|$ vid riktig ström genom mätobjektet. $|Z|$ är då $= R_0$.

Fasvinkelbestämningen tillgår på vanligt sätt, om man har tillräckligt stora stoppkondensatorer $C_1 = 7/R_a\omega$ (jmf ovan). Om så icke är fallet måste man gå tillväga så, att man till en början med rörvoltmetern, som då naturligtvis måste vara noggrant kalibrerad, läser av den spänning man får över R_0 och Z . (Dessa spänningar injusterades ju till samma värde vid amplitudbestämningen.) Man mäter sedan upp diagonalspänningen på samma sätt. Vi beteckna spänningen över R_0 och Z med V_z och diagonalspänningen med V_0 . Fasvinkeln erhålles ur

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \frac{V_0}{V_z}$$

I fig. 7 återgives ett diagram, ur vilket fasvinkeln kan erhållas, om man känner kvoten V_0/V_z . (Forts.)

3) Om jag använder en triod i stället, vilket är då bäst, galler- eller anodlikriktning, ifall minsta dämpning av den mätta kretsen önskas?

Svar: 1) Nackdelen med långa ledningar till rörvoltmetern är i Edert fall, att denna får större ingångskapacitans. Om det gäller att mäta spänningen över en stämokrets, spelar detta dock ingen roll, ty kapacitansen hos rörvoltmetern kommer att ingå i kretsens avstämningsskapacitans. (Kretsen stämmer på nytt till resans efter anslutningen av rörvoltmetern.) Trådarna till rörvoltmetern få ej vara hoptvinnade, ty då uppkomma stora, extra förluster i isolationen mellan dem. — Vid ultrakorta vågor kommer ledningarnas induktans att inverka. Där är det fördensskull av vikt att ha korta ledningar. Eljest uppstå mätfel.

2) Det finns flera typer av diodrörvoltmetrar. En typ, där den likriktade strömmen direkt åstadkommer ett utslag på ett vridspolinsinstrument, har låg ingångsimpedans, dvs. dämpar den mätta kretsen kraftigt. Den måste därför begagnas med urskillning. En annan typ, där dioden följes av ett likströmsförstärkarrör, har en ingångsimpedans om flera megohm vid de frekvenser, som Ni åsyftar.

3) Anodlikriktning ger minsta dämpningen, emedan röret då arbetar utan gallerström. Dessutom bör man tillse, att inga extra förluster uppkomma i kopplingsdetaljer. Rörhållaren t. ex. bör vara av bästa möjliga kvalitet.

ALPHA — främst när det gäller pressgods för radiotekniken



AKTIEBOLAGET



— ETT LM ERICSSON FÖRETAG

S U N D B Y B E R G T E L E F O N 2 8 2 6 0 0

Låga förluster och hög effektiv permeabilitet är kännetecknande för spolar, där man använder högfrekvenskärnor och trimspolar av ALPHAS tillverkning.

Begagna Eder av våra erfarenheter på det presstekniska området vid lösandet av Edra konstruktions- och tillverkningsprogram.

Vi tillverka för radioindustrien: baktitpressgods, kondensatorer, motstånd, strömställare, tryckknappar m. m.



"Även om tiderna försämras, kan Eder rörförsäljning förbättras..."

Detta påstående gjorde vi i en broschyr till våra kunder i början av denna kris, men lovade också att hålla ett sorterat lager av rörtyper för omgående leverans. Vi våga nu påstå att vi uppfyllt detta vårt löfte och trots de ständiga svårigheterna ifråga om importen, kunna vi även för dagen fylla stora anspråk på sortering. Vi uppmana därför Eder att inkomma med order på rör, som vi alltid ägna den största uppmärksamhet och försöka att på bästa sätt effektuera.

»PUROTRON»-RÖREN visa alltså modernaste konstruktion, högsta effektivitet och oöverträffad kvalitet.

»PUROTRON»-RÖREN ha typer, som utan olägenhet kunna användas i apparater, för vilka rör av annat fabrikat äro föreskrivna.

Fabriksnederlag A/B NICKELS & TODSEN, Blasieholmstorg 9, Stockholm C.

Tel.: 10 16 10 och 10 16 11.



SVENSK TEKNISK UPPSLAGSBOK

3:dje och sista delen utkommen

Den moderna utvecklingen kräver ökade tekniska kunskaper — teknikens män behöva ett uppslagsverk där man snabbt och säkert finner tekniska data och sakliga artiklar inom de olika verksamhetsområdena. Svensk Teknisk Uppslagsbok omfattar flertalet av de tekniska områdena — är uppställd så att alla som arbeta med tekniska frågor i praktiken kan utnyttja den till fullo — framstående specialister och fackmän ha medarbetat. Var och en som gör anspråk på att följa utvecklingen inom den moderna tekniken bör skaffa sig Svensk Teknisk Uppslagsbok.

Del III omfattar bl a: Industriell ekonomi — Industriell organisation — Flygmaskinteknik — Vattenkraftteknik — Byggnadskonstruktioner.

Pris per del inbunden kr. 18: 50 + oms.

N O R D I S K
BOX 450



ROTOGRAVYR
STOCKHOLM 1