POPULÄR
RADIO
tidskrift för radio, television och elektroakustik

Radiomusiken och den akustiska kvaliteten
Några kommentarer till en aktuell artikel.
Av Erik Holmberg.

Rumsakustik och mikrofonplacering
En introduktion i hithörande problem av intresse för alla ljudtekniker.
Av ingenjör Anders Djurberg.

Beräkning av utgångstransformatorer
Tidigare metoder samt en ny värdefull metod.
Av civilingenjör Holger Marcus.

Strömstabilisering
medelst rör med strömmotkoppling.
Av diplomingenjör Rudolf Schiffel.

Apparatserie för nybörjare
2-rörs batterimottagare. - Enkla radiomätningar.
Av S. Thurlin.

1942
7-8 juli-aug. 1 kr.

SAJO

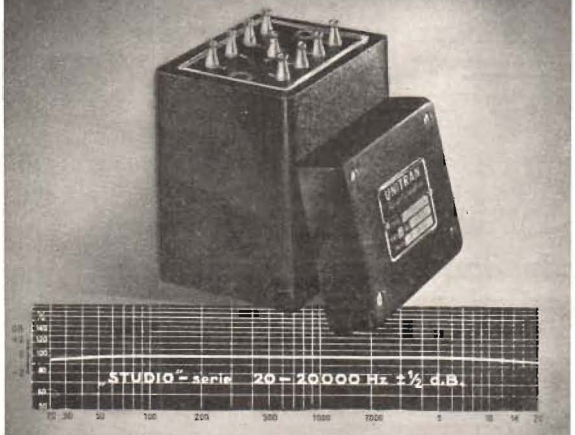
ANOD-batterier

SAJO

JUNGNERBOLAGET

SVENSKA ACKUMULATOR AKTIEBOLAGET JUNGNER

LÅGFREKVENSTRANSFORMATORER



Studio-Serie	20-20000 Hz ± ½ d.B.
ULTRA-Serie	30-20000 Hz ± 1d.B.
AERO-Serie	30-20000 Hz ± 1d.B.
STANDARD-Serie	40-14000 Hz ± 1d.B.

UNITRAN
OTTERLO - Holland

Komplettera

Edra årg. av Populär Radio

Följande nummer av tidigare årgångar kunna tillsvidare erhållas till ett pris av 50 öre pr st.

1929 nr 1, 4, 6, 7, 10, 11
1930 » 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8
1931 — —
1933 » 8
1934 — —
1935 — —
1936 — —
1938 » 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12
1939 » 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9
1940 » 1, 9, 10, 11, 12
1941 » 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Inbundna exemplar till ett pris av kr. 7: 50 pr styck finnas av årgång 1941.

Pärmar till ett pris av kr. 2: 50 pr styck till årgångarna 1933, 1935, 1936, 1941.

Rekvirera REDAN I DAG de nummer och årgångar Ni saknar! Fyll i och skicka in nedanstående kupong eller skriv Eder beställning på ett brevkort.

Till POPULÄR RADIO, Box 450, Sthlm 1

Undertecknad beställer härmed av Populär Radio

nr ..... årg. 19....
nr ..... » 19....
nr ..... » 19....
nr ..... » 19....
nr ..... » 19....
nr ..... » 19....

} à 50 öre pr styck

inb. årgångar ..... à kr. 7: 50 pr styck.
pärmar till årg. ..... à kr. 2: 50 pr styck.
Hela avgiften kr. ..... bifogas i frimärken/torde uttagas mot postförskott.

Namn .....

Adress .....

Poststation .....
(Var god fyll i kupongen så tydligt som möjligt.)

RADIOTEKNIK

ELEKTRONIK

GRAMMOFON- OCH FÖRSTÄRKARTEKNIK

LJUDÅTERGIVNING

TELEVISION

AMATÖRRADIO

EXPERIMENT OCH APPARATBYGGE

MÄTTEKNIK

RADIOSERVIS

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

Redaktion, prenumerationskontor och annonsexpedition:
Luntmakaregatan 25, 5 tr., Stockholm.
Telefon: Namnanrop "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 JULI—AUGUSTI 1942

Radiomusiken och den akustiska kvaliteten 127
Strömstabilisering 129
Beräkning av utgångstransformatorer 132
Rumsakustik och mikrofonplacering 136
Decibel, neper och phon 142
Apparatserie för nybörjare 145
För servismän och amatörer 149
Känd 50-åring 150
Litteratur 150
Redaktörens brevlåda 150
Resonans vid högfrekvens 151
Frågespalten 153
Teletekniskt nytt 156

Rörprovaren
STANDARD

för fullständig undersökning av alla rörtyper, direkt eller i förbindelse med radioapparat. Instrumentet är även användbart som universalinstrument, för motstånds-, kapacitets- och outputmätningar.

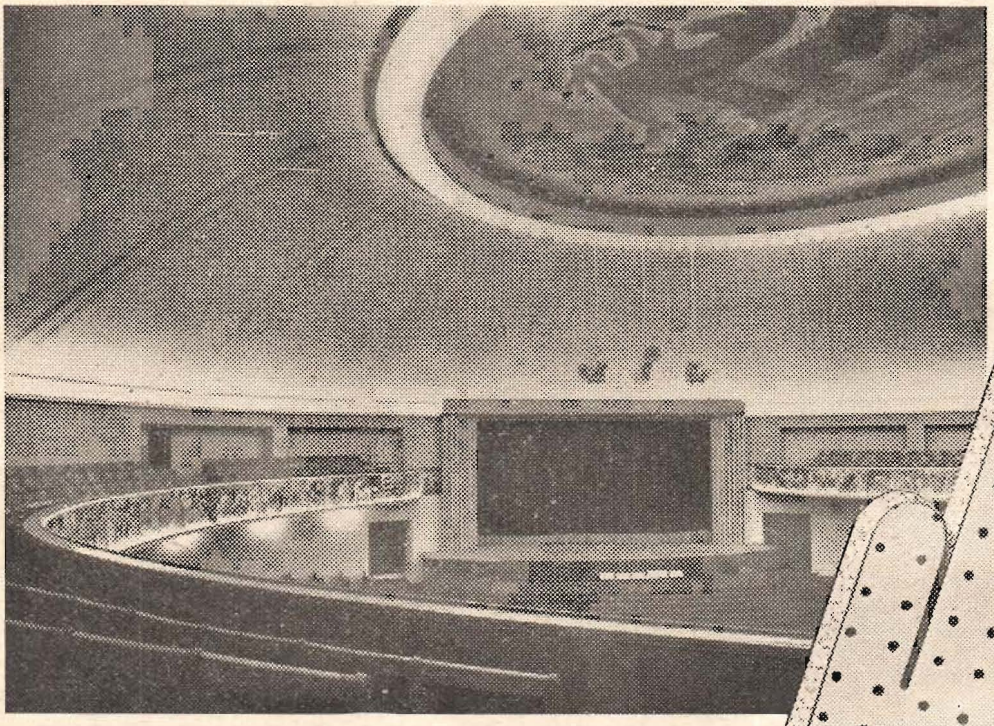
Levereras från lager av

AKTIEBOLAGET
INDIKATOR RÅDMANSGATAN 84, STHLM. - Tel. växel 314500

AUDITORIUM

— ett akustiskt problem som löstes med KARLIT

När AUDITORIUM i Stockholm till nyåret underkastades en genomgripande ombyggnad, tog arkitekten även itu med dess eviga problem — AKUSTIKEN. Han löste problemet genom att bekläda tak och väggar med ljudabsorberande, perforerad Karlit.



Vad tidningarna sade om akustiken i Auditorium:

»Ett nöje att konstatera att akustiken var utmärkt.» *(St.-T.)*

»Auditoriums eviga problem, akustiken, har också lösts.» *(A.B.)*

»Akustiken har nu förbättrats i lokalen i så hög grad, att man redan av den anledningeu måste gratulera direktionen.» (N.D.A.)

Auditorium i Stockholm har undergått en förvandling. Under ledning av arkitekten Klosterborg har man byggt om lokalen och presenterar den nu i modernaste skick. Vacker, nästan intim och med en förbluffande god akustik. Underverkens tid är alltså inte förbi.

(Filmjournalen)

KARLHOLMS A.-B:s FÖRSÄLJNINGSKONTOR, STADSGÅRDEN 6, STOCKHOLM, TEL. 43 15 00

POPULÄR
RADIO
TIDSKRIFT FÖR RADIO
TELEVISION OCH
ELEKTROAKUSTIK

NR 7—8 JULI—AUGUSTI 1942 XIV ÅRG.

Radiomusiken och den akustiska kvaliteten

Några kommentarer till en aktuell artikel.

Av Erik Holmberg

Som det framgick av ingressen till min artikel med ovanstående rubrik i denna tidskrifts majnummer var något bemötande av mina synpunkter icke att vänta från Radiotjänst.

I Radiotjänsts egen tidning Röster i Radio nr 27 har emellertid radiokommissarie E. Mattsson, Radiotjänsts tekniske chef och ekonomidirektör — en ovanlig kombination av befattningar f. ö. i ett företag av Radiotjänsts karaktär och nutida omfattning — skrivit en artikel med rubriken »Om radioakustik». Emedan densamma i någon mån tangerar en del av de frågor jag ventilerat i min ovan berörda artikel synes det mig befogat med några kommentarer.

Författaren redogör för olika mikrofontypers karakteristik, och detta är nog gott och väl, men konsten ligger i att också i praktiken kunna handha mikrofonerna på rätt sätt. Vad man främst saknar i artikeln är emellertid något om rumsakustiken, som är A och O i en musikutsändning. Men det undvikes av författaren, vilket ju är förklarligt, eftersom Sverige, som dr Dymling också nämnde i en intervju (D. N. 10/6 1942) vid sin avgång från Radiotjänst, snart är det enda land i Europa utan egen radiobyggnad. Vad lokalerna för radioorkesterns utsändningar beträffa kan man säga att de stå på ungefär samma ståndpunkt som i radions barndom; man använder sig av konsertsalar, som icke uppfylla de elementäraste krav man numera ställer på en orkesterstudio för radioändamål. Det verkar emellertid som om Radiotjänsts ledning inser att den kommit på efterkälken på ovannämnda gebit, eftersom man söker undertrycka berättigad kritik. Radiotjänst borde snarare vara tacksam för densamma och med skärpa för statsmakterna understryka att radion bör betraktas som en nationell angelägenhet och icke som ett ekonomiskt objekt.

Kommissarie Mattsson gör i sin artikel gällande att en orkester icke får låta »basig» och tillägger längre fram, att »någon läsare tycker sig kanske av denna artikel ha funnit, att vi hysa en viss förskräckelse för låga toner». Ja, jag måste tyvärr säga att man vid avlyssnandet av svensk radio får det intrycket, att den ännu står på den nivå, då man tekniskt sett icke hade löst problemet med naturlig basåtergivning. Endast direktutsändningarna från Operan utgöra ett lysande undantag. Dessa utsändningar ha också vunnit den musikaliska sakkunskapens gillande.

Om en Operautsändning i radio skrev exempelvis hr Curt Berg i D. N. den 17/2 i år, att »det svårmanövrerade grova blecket ljöd praktfullt, träblåsarna hade must i tonen och de sjungandes diktion hördes tydligt».

Jag kan vidare nämna, att jag låtit en kontrabasist, som i flera årtionden trakterat detta instrument, på min konsertradio göra några jämförelser mellan basåtergivningen vid Radiotjänsts symfoniorkesters utsändningar och hovkapellets från Operan, och han har därvid förklarat, att den senare utsändningens rätta djup och klang är så överlägsen, att den icke tål någon jämförelse med symfoniorkesterns trots dess numerära överlägsenhet.

Det är emellertid en känd sak, *att man på visst håll inom Radiotjänst gör gällande att Operautsändningarna alls icke stå i någon särklass ur kvalitetssynpunkt.* När man på ansvarigt håll har denna inställning, måste man bli en smula betänksam. Artikelförfattaren synes mig ha den åsikten, att en »basig» orkester icke kan låta sig förenas med en återgivning av instrumentens övertoner, som »ge glitter och glans åt tonflödet», för att citera författarens egna ord. Det är emellertid just övertonerna i förening med »basighet», som skapa den fullödiga orkesterklangen. Det hade man goda erfarenheter av från förkrigstidens utsändningar i det gamla musikkulturlandet Tyskland liksom alltjämt i Finland, där man också har den rätta *plastiken* i tonen, som även finnes vid Operautsändningarna men totalt saknas för Stockholms radioorkesters vidkommande. Jag kan i detta sammanhang icke underlåta att ge den finska tekniska sakkunskapen en extra eloge. Hur förnämligt klara de icke symfoniorkesterutsändningarna från universitetets i Helsingfors solennitetssal trots dess originella halvcirkelform, som alls icke är idealisk ur akustisk synpunkt. Den finska radions orkesterstudio i Helsingfors är också, som jag i min föregående artikel omtalat, en storartad skapelse ur akustisk synpunkt trots sitt ringa kubikinnehåll.

Ja, så talas det i artikeln om att man i radio måste framhäva solisterna. Det är också en för svensk radio ganska specifik inställning, som vanligen ej har något motstycke i andra länders radio. Så intimt som radiolyssnandet är förstår jag icke syftet med att placera solisten i så skarp relief, att ackompanjemanget blir ett avlägset klinkande. Det är också ett avsteg från den naturliga musikåtergivningen. Denna tendens går emellanåt också igen, tyvärr, vid Operautsändningarna, men här kan det i viss mån bero på artisternas hastiga förflyttningar till och från mikrofonerna. Operautsändningarna i övrigt ha emellertid så stora förtjänster, att det är obegripligt varför Radiotjänst även under säsongen ställer till med studiooperor, vilka ändock icke ge samma utbyte som Operan i dess rätta miljö. Vore man mån om att vårda den akustiska kvaliteten, skulle dessa arrangerade studiooperor sändas från Kungl. Teatern, men ändock som studioföreställning, med solisterna vid fixerade platser på scenen.

Jag vill vidare tacka kommissarie Mattsson för hans påpekande i artikeln om att en radiomottagare bör stå på det ljusaste tonläget. Det är alldeles riktigt, men ändå har man tyvärr i de flesta hem mottagaren inställd på ett mörkare tonläge. Jag har gjort samma erfarenhet. Det är svårt att säga varför, påpekar författaren. Jo, förklaringen är nog den, att med den ljudkvalitet svensk radio i allmänhet bjuder på blir tonen vid inställning på ljusaste läge för skärande och spetsig samt basfattig och därigenom onjutbar. Vid Operautsändningarna går det däremot väl för sig att få perfekt kvalitet vid ljusaste tonläget. Detta gäller i hög grad även de finska utsändningarna. Att dessa emellanåt kunna låta något »basiga» beror på en selektiv fading, som emellanåt försvårar mottagningen av Åbo på mellanvåg. Jag torde emellertid bättre än de flesta här i landet känna till vad den finska orkesterstudion verkligen går för. Efter studions akustiska ombyggnad har jag nämligen följt närmare 90 % av alla orkesterutsändningar därifrån på min konsertradio, som obarmhärtigt avslöjar en utsändnings alla tekniska brister. Härvid har emellertid nämnda finska utsändningar kunnat ges betyget stora A.

En Radiotjänsts egen byggnad torde ännu blott vara en fjärran önskedröm, och det ser ut som om man på Radiotjänst av denna anledning ansett att musikstudiofrågan utan vidare också bör ställas på framtiden. Om så är fallet kan man också fråga sig, om Radiotjänsts symfoniorkester har någon mission att fylla. Det finns ju ingen möjlighet att ge rättvisa åt denna förnämliga orkester. Den står i alltför stor disproportion till Radiotjänsts resurser på studioområdet. En *provisorisk* lösning vore kanske att placera symfoniorkestern på Operan, om där finnas några lediga timmar på dygnet under säsongen, och taga upp musiken på stålband. Anordningen har visserligen många tekniska brister, men med *operaakustiken* som bakgrund skulle dessa upptagningar komma att ge symfoniorkestern en betydligt förnämligare klangprakt, med en tillfredsställande återgivning av det låga registret. Jag är principiell motståndare till bandupptagning av musik, men i detta fall synes mig det som en utväg att bispringa symfonimusiken i det nödläge den befinner sig, om den icke enbart skall bli självändamål.

Nu lär det visst vara meningen att Radiotjänst instundande säsong flitigare skall utnyttja Musikaliska Akademiens stora sal, men jag misströstar om utgången. Utan en akustisk ombyggnad av lokalen, med en för en nutida orkesterstudio avpassad efterklang, torde man icke kom-

ma långt. Se på våra moderna biografer. Vilken omsorg nedlägges icke där på akustikberäkningar! Skulle någon större biograf med bibehållet anseende vilja flytta in i exempelvis Musikaliska Akademien utan en (akustisk) ombyggnad? Näppeligen. Men för Radiotjänsts musikutsändningar, som äro en hela landets angelägenhet och en hörnsten för spridandet av musikkultur, där anses akustiken så ovidkommande, att man icke synes ägna någon tanke åt den utan föredrar att laborera med mer eller mindre lyckade eller misslyckade mikrofonuppställningar i det oändliga. Kan detta vara riktigt?

Strömstabilisering

medelst rör med strömstyrd negativ återkoppling. — Upptagning av karakteristik för glimrör.

Av diplomingenjör Rudolf Schiffel
(Telefunken, Berlin)

Användningen av motkoppling (negativ återkoppling) i rundradiomottagarnas lågfrekvensdel har under de senaste åren blivit mycket vanlig. Att motkopplingen så snabbt vunnit insteg i radiotekniken beror på, att den minskar den överförda tonfrekvensens klirrfaktor, vilket i början alltid betraktats som motkopplingens väsentligaste fördel. Eftersom man vid tillverkning av mottagare strävade efter att med alla tekniska medel så mycket som möjligt öka mottagarnas ljudrenhet, har motkopplingens förmåga att minska distorsionen i hög grad bidragit till, att den kommit till så allmän användning. Till en början stod frågan öppen, vilketdera av ström- eller spänningsmotkoppling som vore det mest ändamålsenliga för rundradiomottagare, emedan klirrfaktorns minskning då intresserade mest, och båda kopplingarna i detta hänseende äro likvärdiga. Till slut avgick spänningsmotkopplingen med segern, eftersom den skenbart minskar det motkopplade rörets inre motstånd, medan strömmotkopplingen ökar detta motstånd.

Om vi förutsätter, att slutsteget är motkopplat, vilket vanligen är fallet, är den minskning av det inre motståndet, som åstadkommes av spänningsmotkopplingen, önskvärd för rundradiomottagare, eftersom det låga motståndet är inkopplat parallellt till högtalaren. Om högtalarkonen kommer i svängningar, betingade av dess resonansfrekvens, dämpas dylika icke önskvärda egensvängningar i hög grad av det parallella inre motståndet hos slutröret och tona bort mycket fort. Strömmotkopplingen skulle däremot ha motsatt verkan och har därför icke kunnat användas i rundradiomottagarens slutsteg.

Den omständigheten, att spänningsmotkopplingen är att föredraga på grund av det inre motståndets minskning, innebär emellertid ingalunda, att strömmotkopplingen alls icke lämpar sig för rundradiomottagare. Den är endast mindre lämplig när det gäller det, som man i allmänhet avser, då man talar om motkoppling, nämligen växelströmsmässig motkoppling.

Strömmotkopplingen hade i själva verket redan länge använts i radioapparater, innan man överhuvud taget började tala om motkoppling. Man har bara aldrig betecknat denna koppling som »strömmotkoppling», utan kallat den för »automatisk alstring av gallerförspänning med hjälp av katodmotstånd» eller kortare »automatisk gallerförspänning».

Denna automatiska alstring av gallerförspänningen har icke endast använts med hänsyn till kopplingstekniska synpunkter. Den var också nödvändig för att vid slutrör med stor branthet förhindra alltför stora ändringar i anodströmmen vid nätspänningsvariationer eller vid utbyte av rör. Strömmotkopplingen medför nämligen en skenbar minskning av brantheten och en ökning av det inre motståndet. Ökningen av det inre motståndet innebär emellertid, att I_a-U_a-karakteristikans förlopp blir flackare.

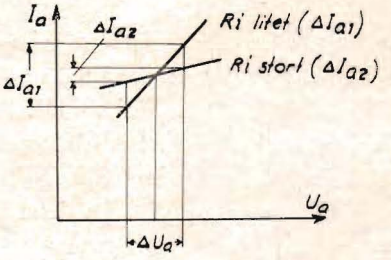


Fig. 1. Strömändring vid olika värden på inre motståndet.

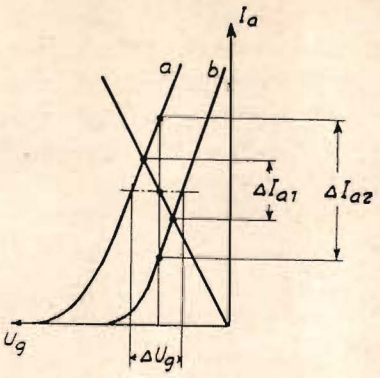


Fig. 2. Katodmotståndets stabiliserande inverkan. ΔU_g anger »spridningen» av arbetspunkten. (Kurvorna a och b antagas gälla för två olika exemplar av samma rörtyp.)

Anodströmmens variationer vid ändring av anodspänningen till följd av nätspänningens fluktuationer bli följaktligen mindre (fig. 1). — Detta, att anodströmmen avviker från ett visst normalvärde vid insättning av olika exemplar av samma rörtyp i apparaten, skola vi i fortsättningen benämna »spridning» (på tyska »Streuung»).

Spridningen från rör till rör är i huvudsak en spridning av arbetspunkten. I_a-U_g-karakteristikorna för lika anod- och skärmgallerspänningar bli något förskjutna parallellt med sig själva. Ställer man in på lika gallerförspänning, så blir strömspridningen mycket stor, om rörens branthet är hög (fig. 2). Eftersom strömmotkopplingen medför en skenbar minskning av brantheten, blir den resulterande strömspridningen vid lika arbetspunktsdifferens avsevärt mindre.

Det bör särskilt framhållas, att dessa ändringar av brantheten och inre motståndet endast gälla ur likströmssynpunkt. I själva verket behåller naturligtvis röret sina karakteristiska data, när det gäller den tonfrekventa växelströmmen, ty katodmotståndet är överbryggat med en kondensator. Allt som allt innebär alltså användningen av katodmotståndet en likströmsmässig strömmotkoppling.

I verkligheten ökas anodströmmen vid tilltagande anod- och skärmgallerspänning, men samtidigt ökas även spänningsfallet över katodmotståndet. Därigenom ökas den negativa gallerförspänningen och motverkar anodströmmens ökning, så att denna blir långt mindre än den eljest skulle ha blivit.

Den likströmsmässiga strömmotkopplingens viktigaste kännetecken är ökningen av det inre motståndet. Det betyder, att I_a-U_a-karakteristikens förlopp blir flackare, och detta innebär i sin tur, att även avsevärda variationer av anodspänningen endast ge upphov till mycket små ändringar av anodströmmen (fig. 1). På detta sätt erhålles en strömstabilisator, förverkligad genom en spänningskälla med högt inre motstånd.

Spänningskälla med högt inre motstånd.

Så uppstår frågan, i vilka fall man bör använda en spänningskälla med högt inre motstånd och i vilka fall motståndet bör vara lågt. Denna fråga är mycket lätt att avgöra, om man känner motståndskarakteristiken hos förbrukningsapparaten, som skall matas. Vi hänvisa till fig. 3, där denna motståndskarakteristik betecknats med *a*. Om vid spänningsstabilisering (lågt inre motstånd) en liten spänningsändring äger rum, blir strömmens ändring stor, från I_{a1} till I_{a3}. Vid strömstabilisering medför en motsvarande variation endast en ändring från I_{a1} till I_{a2}.

Om motståndet hos förbrukningsapparaten är lågt, bör spänningskällans inre motstånd vara högt och tvärtom.

Vid större strömstyrka är emellertid en spänningskälla med högt inre motstånd svår att konstruera. Förkopplingen av ett ohmskt motstånd fordrar, att spänningskällan skall vara överdimensionerad ifråga om spänning och effekt. I dylika fall är användningen av ett rör i strömmotkoppling att rekommendera. Dess inre motstånd är nämligen högt endast i en del av karakteristiken. Inom det berörda området är det inre motståndet däremot lågt, varför den totala effekt- och spänningsförlusten hålles inom rimliga gränser. Detta framgår av följande exempel:

Förbrukningsapparaten skall matas med 500 V och 60 mA från en spänningskälla, vars inre motstånd uppgår till 500 kΩ.

a) *Förkopplingsmotstånd:*
Totalspänning 30 500 V, spänningsförlust 30 000 V. Effektförlust 1,8 kW.

b) *Strömmotkopplat rör:*

Här först några ord om, hur ett dylikt rör skall kopplas och de åtgärder, som behövas för att alstra det nödvändiga inre motståndet på 500 kΩ.

Betecknar man det normala inre motståndet i arbetspunkten hos det rör, som skall användas i strömmotkoppling, med R_i och det skenbara inre motståndet hos samma rör vid motkoppling med R_i', så får man följande samband:[1]

[1] L. Brück: Gegenkopplungsschaltungen unter besonderer Berücksichtigung der Rundfunkempfänger, »Telefunkenröhre», nr 11 (1937), s. 255.

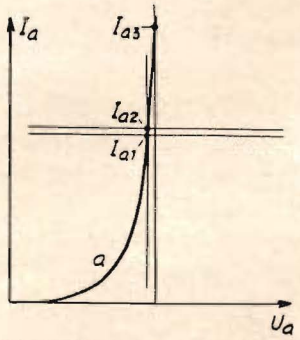


Fig. 3. Jämförelse mellan spännings- och strömstabilisering.

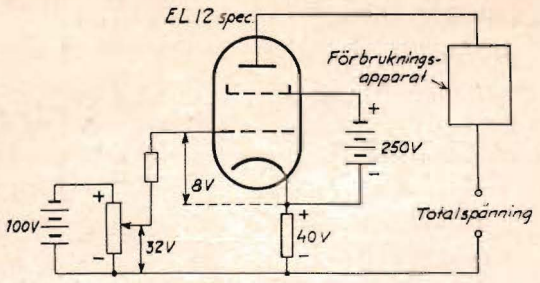


Fig. 4. Exempel på kopplingen av en strömstabilisator, bestående av ett rör EL 12-special med strömmotkoppling. Det gäller att hålla strömmen genom förbrukningsapparaten konstant.

$R_i' = R_i(1 + S \cdot R_k)$,
där R_k = katodmotståndet.

I det föreliggande fallet lämpar sig ett rör av typen El 12, som ger den erforderliga strömstyrkan på 60 mA, och då det är en pentod, uppgår redan dess inre motstånd i arbetspunkten till 50 kΩ, varför endast en 10-faldig ökning behövs, för att man skall komma upp till det erforderliga värdet på 500 kΩ. Formeln ovan ger vid handen, att det erforderliga R_k vid $S = 15$ mA/V uppgår till 600 Ω. I detta motstånd uppstår ett spänningsfall på $(I_a + I_{g2}) \cdot R_k = 40$ V. Som gallerförspänning är detta värde för högt. Man måste därför använda en koppling enligt fig. 4, där en motspänning inkopplas i gallerkretsen, så att spänningen mellan gallret och katoden endast uppgår till ca 8 V.

Användningen av en motspänning, som varieras med en potentiometer, är av särskilt stort värde vid denna koppling, eftersom man därigenom kontinuerligt kan variera den stabiliserade strömmens storlek inom de gränser, som bestämmas av röret.

Vid denna koppling erhållas följande värden på spännings- och effektförlusten:

Spänningsfall över förbrukningsapparaten: antages uppgå till		500 V
»	» EL 12: ca	250 V
»	» R_k:	40 V
		790 V
Spänningsförlust		290 V
Effektförlust		18 W

Denna koppling är således betydligt överlägsen den förstnämnda, som hade förkopplingsmotstånd. Kostnaden för en dylik strömstabilisering blir emellertid något högre, emedan de båda spänningskällor, som behövas för skärmgaller- och gallerkretsarna, måste hålla mycket konstant spänning. Varje här förekommande spänningsvariation inverkar nämligen på anodströmmen och försämrar stabiliseringen.

Sammanfattning.

Höjningen av strömkällans inre motstånd är sålunda ett viktigt hjälpmedel för att uppnå tillräcklig stabilisering vid förbrukningsapparater med lågt motstånd. Nätspänningens variationer uppdelas i samma proportion, som finns mellan strömkällans och förbrukningsapparatens motstånd. Vid ett motståndsförhållande 500 kΩ : 8,5 kΩ, som antagits i vårt exempel, ernås en stabilisering eller minskning av dessa variationer vid förbrukningsapparaten i proportionen 60:1.

Variationer i förbrukningsapparatens motstånd inom tämligen vida gränser ha endast den verkan, att spänningen över apparaten ifråga varierar, medan strömstyrkan förblir konstant.

Ökningen av det inre motståndet hos strömkällan kan åstadkommas med hjälp av ett seriekopplat motstånd. Vid stark ökning uppstå emellertid därigenom höga spännings- och effektförluster. Ett mera ändamålsenligt sätt att lösa denna uppgift är att använda ett strömmotkopplat rör. Dess fördel ligger i, att man därmed trots de låga spännings- och effektförlusterna kan uppnå ett högt inre motstånd. Vid inkoppling av en potentiometer i gallerkretsen kan man utan att variera den totala spänningen kontinuerligt och inom vida gränser reglera den stabiliserade strömmens styrka (jfr fig. 5). Ändrar man gallerförspänningen med strömstabilisatorns potentiometer, så uppstår en motsvarande ändring av strömmen. Därigenom ändras även den totala spänningens fördelning mellan förbrukningsapparaten och stabilisatorn.

Ett rör av typen EL 12-special lämpar sig bra för en dylik stabilisator. Det har redan utan motkoppling ett relativt högt inre motstånd, ger anodströmmar upp till 70 mA och har på grund av att anoden är försedd med särskilt uttag i rörkolvens övre del ett stort anodspänningsarbetsområde, varför även kraftiga spänningsvariationer vid förbrukningsapparaten kunna upptagas utan att påverka strömstabilisatorns drift.

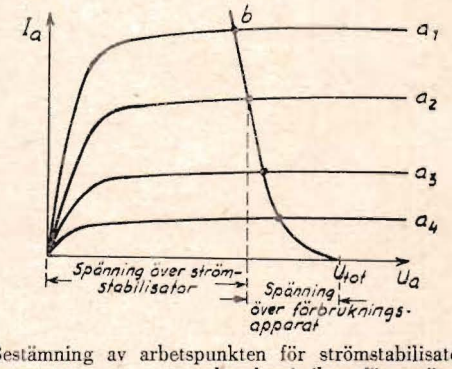


Fig. 5. Bestämning av arbetspunkten för strömstabilisator och förbrukningsapparat. a_1, a_2 etc.: karakteristikor för strömmotkopplad pentod med styrgallerspänningen som parameter. U_{tot}: spänning över förbrukningsapparat och motkopplat rör. b: karakteristik för förbrukningsapparat (avsatt åt vänster med utgångspunkt från U_{tot}).

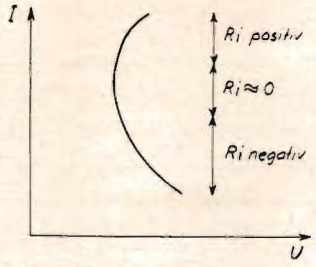


Fig. 6. Karakteristik för glimrör.

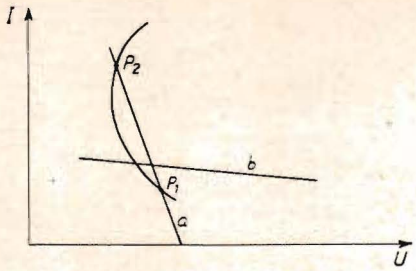


Fig. 7. Matning av glimrör från en strömkälla med a) litet inre motstånd, b) stort inre motstånd.

Exempel på stabilisatorns användning.

Ett intressant användningsområde för en dylik strömstabilisator är upptagning av karakteristiken för gasurladdningsrör (glimrör). De ha en karakteristik enligt fig. 6. Vid små strömstyrkor har karakteristiken ett fallande förlopp (R_i är negativt). Då katodytan mer och mer täckes av glimskiktet, ökar strömmen vid praktiskt taget konstant spänning över glimröret. Med andra ord, R_i är mycket litet. Vid ytterligare ökning av strömmen överdrages hela katodytan av glimskiktet, och spänningen stiger i motsvarande grad (R_i är positivt).

Vid upptagning av en dylik statisk karakteristik fordras alltid en spänningskälla med högt inre motstånd och motsvarande hög spänning. Som framgår av fig. 7, äro nämligen vid lågt motstånd hos spänningskällan två arbetspunkter möjliga, av vilka den ena (P_2) motsvarar hög ström och låg spänning, och den andra (P_1) låg ström och hög spänning. Att ställa in på punkt P_1 är emellertid icke möjligt, eftersom strömkretsens tillstånd i detta fall icke är stabilt. Stabil drift är endast möjlig under förutsättning att

R_i (strömkälla) $+ R_i$ (glimrör) $\geqq 0$.

Ju högre man väljer strömkällans inre motstånd, desto stabilare blir alltså gasurladdningen vid varje värde på strömstyrkan och därmed även vid varje värde på glimlampans inre motstånd. Man kan då ytterligare minska strömmen i glimlampan, utan att denna plötsligt slocknar.

Beräkning av utgångstransformatorer

En sammanställning av tidigare beräkningsmetoder samt en helt ny metod, där man tar hänsyn till den icke-lineära distorsionen på grund av järnkärnan.

Av civilingenjör Holger Marcus.

I. DET TEORETISKA UNDERLAGET.

En utgångstransformator har till uppgift att med god verkningsgrad och utan distorsion överföra effekten från ett slutsteg till den nyttiga belastningen, i vanliga fall en högtalare. Samtidigt kan utgångstransformatorn även tjäna andra ändamål. Den förser anoden med en likspänning, som blir approximativt lika med batterispänningen. Den kan användas till att fördela effekten mellan olika belastningsobjekt på önskat sätt. Den kan utnyttjas som ett filterelement för att ge frekvenskurvan en speciell form. Den kan användas som spänningsdelare och fasvändare för negativ återkoppling osv.

Beräkningen av transformatorn kan uppdelas i två delar, dels beräkningen av järnkärnan och dels beräkningen av lindningarna. Det första problemet reduceras ofta till att bestämma en passande transformatorstorlek bland förefintliga standardtyper. En kontrollräkning får sedan visa, om transformatorn fyller alla de krav, man ställer på den.

1. Allmänna ekvationer.

Fig. 1 visar en transformator och kopplingens karakteristiska variabler. Transformatorn karakteriseras i första hand av storheterna L_1: primärinduktansen, N_1: primärvarvtalet och N_2: sekundärvarvtalet. Vill man göra noggrannare kontrollräkningar, så kan man även taga hänsyn till läckningen, lindningsresistansen, lindningskapaciteten och järnförlusterna. För beräkning av transformatorns storlek och lindningsdata äro dock dessa variabler mindre avgörande.

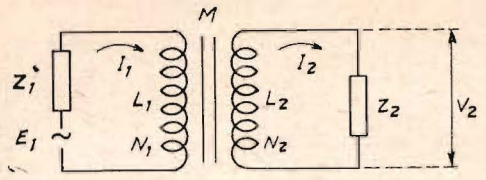


Fig. 1. Principschema för en transformator, inkopplad mellan en strömkälla med emk:n E_1 och inre impedansen Z_1 samt en belastning med impedansen Z_2. M är ömsesidiga induktansen mellan lindningarna.

Man får för den primära kretsen

$$E_1=(Z_1+j\omega L_1)I_1-j\omega MI_2 \qquad (1)$$

och för den sekundära kretsen

$$0=j\omega MI_1-(Z_2+j\omega L_2)I_2 \qquad (2)$$

Löses I_1 i ekvation (2) och insättes resultatet i (1), så fås efter hyfsning

$$I_2=\frac{E_1}{\frac{Z_1Z_2}{j\omega M}+Z_1\cdot\frac{L_2}{M}+Z_2\cdot\frac{L_1}{M}+j\omega\cdot\frac{L_1L_2}{M}\left(1-\frac{M^2}{L_1L_2}\right)} \qquad (3)$$

Bortse vi från läckningen, så gälla följande samband:

$$L_1=h\cdot N_1^2;\ L_2=h\cdot N_2^2;\ M=h\cdot N_1N_2;\ 1-\frac{M^2}{L_1L_2}=0$$

där h är en konstant för kärnan. Insättes detta i ekvation (3), så fås

$$I_2=\frac{E_1}{Z_1\cdot\frac{N_2}{N_1}+Z_2\cdot\frac{N_1}{N_2}+\frac{Z_1Z_2}{j\omega L_1}\cdot\frac{N_1}{N_2}} \qquad (3a)$$

För tillräckligt höga frekvenser kan man bortse från sista termen i nämnaren, och man får då följande samband:

$$I_2=\frac{E_1}{Z_1\cdot\frac{N_2}{N_1}+Z_2\cdot\frac{N_1}{N_2}} \qquad (3b)$$

eller om man inför omsättningstalet

$$m=\frac{N_1}{N_2}$$

så fås

$$I_2=\frac{E_1}{\frac{1}{m}Z_1+mZ_2} \qquad (3c)$$

Denna ekvation, som gäller exakt för en s. k. »ideell» transformator med oändlig induktans och utan läckning, klargör tydligt transformatorns principiella verkningssätt och ligger till grund för bestämningen av varvtalsomsättningen för lindningarna.

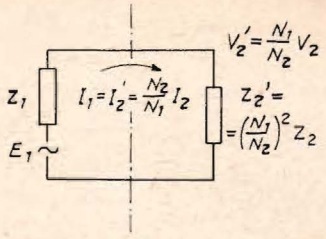


Fig. 2. Ekvivalentschema för en ideell transformator. De sekundära storheterna överreducerade till primärsidan.

2. Den ideella transformatorns ekvivalenta schema och de överreducerade storheterna.

Ekvation (3c) kan skrivas på följande sätt:

$$E_1=\frac{1}{m}I_2\cdot Z_1+\frac{1}{m}\cdot I_2\cdot m^2Z_2 \qquad (3d)$$

I överensstämmelse med fig. 2 kan ekvationen tolkas som en strömkrets med emk:n E_1, strömmen $\frac{1}{m}I_2$ och impedanserna Z_1 och m^2Z_2. Denna strömkrets är ett ekvivalent schema för den ideella transformatorn. Emedan de primära storeheterna E_1 och Z_1 ingå oförändrade i schemat, säges detta gälla för primärsidan och storheterna $\frac{1}{m}I_2$ och m^2Z_2 sägas vara reducerade till primärsidan.

Ekvation (3c) kan även skrivas

$$\frac{1}{m}E_1=I_2\cdot\frac{1}{m^2}Z_1+I_2Z_2 \qquad (3e)$$

I överensstämmelse med fig. 3 kan ekvationen nu tolkas som en strömkrets med emk:n $\frac{1}{m}E_1$, strömmen I_2 och impedanserna $\frac{1}{m^2}Z_1$ och Z_2. Detta ger ett annat ekvivalent schema för den ideella transformatorn. De sekundära storheterna ingå nu oförändrade och storheterna $\frac{1}{m}E_1$ och $\frac{1}{m^2}Z_1$ sägas vara reducerade till sekundärsidan.

För att få enkla ekvationer och figurer har man infört ett speciellt beteckningssätt för dessa reduktioner. Således betecknar tecknet ′ (utläses »primm») reduktion till primärsidan och tecknet ″ (utläses »biss») reduktion till sekundärsidan.

Med hjälp av dessa beteckningar fås följande ekvationstablå:

$$I_2'=\frac{1}{m}I_2=\frac{N_2}{N_1}I_2 \qquad (4)$$

$$V_2'=mV_2=\frac{N_1}{N_2}V_2 \qquad (5)$$

$$Z_2'=m^2Z_2=\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2Z_2 \qquad (6)$$

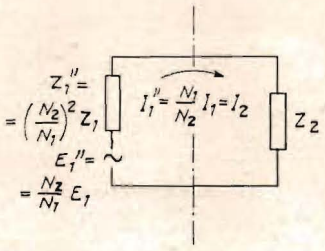


Fig. 3. Ekvivalentschema, där i stället de primära storheterna överreducerats till sekundärsidan.

$$I_1'' = mI_1 = \frac{N_1}{N_2} I_1 \tag{7}$$

$$E_1'' = \frac{1}{m} E_1 = \frac{N_2}{N_1} E_1 \tag{8}$$

$$Z_1'' = \frac{1}{m^2} Z_1 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 Z_1 \tag{9}$$

De ovanstående reduktionsformlerna gälla även för transformatorer med fler än två lindningar, och man kan med deras hjälp reducera samtliga storheter till t. ex. primärsidan. Man får på detta sätt ett överskådligt ekvivalent schema för en sådan anordning.

Fig. 4 visar principschemat och det ekvivalenta schemat för en transformator med tre sekundärlindningar.

Ex. 1. En högtalarimpedans av 4 ohm skall transformeras till 10 kΩ. Bestäm transformatorns omsättningstal.

Användes ekvation (6) eller (9) så fås:

$$10\,000 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \cdot 4; \quad \frac{N_1}{N_2} = 50$$

Ex. 2. En transformator skall mata en högtalare med impedansen 5 ohm och lämna en spänning av 5 volt till 100 parallellkopplade hörtelefoner om vardera 2 000 ohm. Den totala primärimpedansen skall vara 7 000 ohm och den totala effekten 3 W. Beräkna omsättningstalen till de olika sekundäruttagen på transformatorn.

Vid problem av detta slag är det lämpligt att utgå från effekterna. Hörtelefonerna förbruka effekten:

$$P_3 = \frac{V_2^2}{R} = \frac{25}{20} = 1{,}25 \text{ W}$$

Således återstår $P_2 = 1{,}75$ W för högtalaren. Spänningen över högtalarspolen beräknas till

$$V_2 = \sqrt{P_2 R_2} = \sqrt{1{,}75 \cdot 5} = 2{,}96 \text{ V}$$

Spänningen över primärlindningen blir:

$$V_1 = \sqrt{3 \cdot 7000} = 145 \text{ V}$$

Eftersom spänningarna äro proportionella mot varvtalen enligt ekvation (5) och (8) så fås:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{145}{2{,}96} = 49; \quad \frac{N_1}{N_3} = \frac{V_1}{V_3} = \frac{145}{5} = 29$$

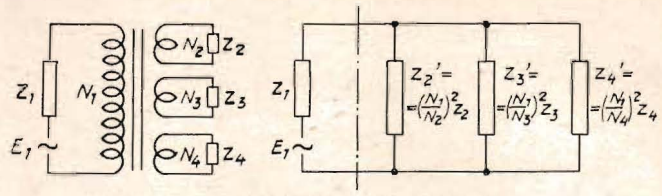


Fig. 4. Transformator med flera lindningar. Till höger dess ekvivalentschema.

3. Anpassning.

Den till sekundärsidan överförda effekten blir beroende av transformatorns omsättningstal. Den sekundära strömmen enligt ekvation (3c) har sitt maximum, när följande villkor är uppfyllt:

$$m = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \tag{10}$$

När omsättningstalet har valts enligt ekvation (10), så att maximal sekundäreffekt erhålles, säges »anpassning» vara rådande.

Här kan påpekas, att man ej dimensionerar utgångstransformatorer med tanke på att »anpassning» enligt ovanstående definition skall gälla. En utgångstransformator dimensioneras först och främst med tanke på, att man för en fixerad distorsion, t. ex. 5 %, får maximal effekt ur slutsteget. Man tänker därvid inte på hur stor E_1 eller gallerväxelspänningen måste vara. Den anpassningsimpedans, som anges i rörkatalogerna, är ett mått på impedansen Z_2', dvs. den till primärsidan reducerade sekundärimpedansen, gällande fallet konstant och ringa distorsion, och denna bör därför även helst kallas »lämplig belastningsimpedans». Det är beklagligt, att det ej finns två olika ord för dessa två anpassningsförhållanden. Ordet anpassning kan således för närvarande avse två olika saker, antingen maximal sekundäreffekt vid konstant E_1 (förekommer inom telefontekniken) eller maximal sekundäreffekt vid konstant distorsion (vid slutsteg i förstärkare och radioapparater).

Ex. 3. En pentod med inre motståndet 50 kΩ, anodströmmen 40 mA och anodspänningen 200 V anpassas enligt de två ovan angivna principerna till en belastning av 500 ohm. Beräkna transformatorns omsättningstal i de båda fallen och den överförda effekten, när anodväxelspänningens toppvärde blir lika med anodspänningen.

3a) $Z_2' = 50$ kΩ för anpassning.

$$50 \cdot 10^3 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \cdot 500; \quad \frac{N_1}{N_2} = 10$$

Effekten vid växelspänningen $\frac{200}{\sqrt{2}} = 141$ V blir

$$P = \frac{2 \cdot 10^4}{5 \cdot 10^4} = 0{,}4 \text{ W}$$

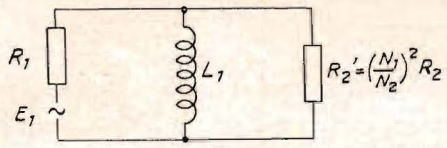


Fig. 5. Ekvivalentschema för en transformator vid undre gränsfrekvensen.

3b) Den lämpliga belastningsimpedansen för en pentod fås enligt:

$$Z_b = Z_2' = \frac{E \text{ liksp}}{I \text{ likstr}} = \frac{200}{40} \cdot 10^3 = 5\,000\ \Omega$$

Man får således vid beräkning av omsättningstalet:

$$5 \cdot 10^3 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \cdot 500; \quad \frac{N_1}{N_2} = 3{,}16$$

Effekten blir nu

$$P = \frac{2 \cdot 10^4}{5 \cdot 10^3} = 4 \text{ W}$$

Som synes får man betydligt mindre effekt i förra fallet, men i gengäld får man större förstärkning.

4. Transformatorns frekvenskurva vid låga frekvenser.

Ekvation (3a) visar, att sekundärströmmen minskar vid låga frekvenser. I vanliga fall äro Z_1 och Z_2 reella, och man får då vid reduktion till primärsidan

$$I_1' = \frac{E_1}{R_1 + R_2' + \frac{R_1 R_2'}{j\omega L}} \tag{3e}$$

Transformatorns gränsfrekvens kallas den frekvens, vid vilken den överförda effekten har minskats till hälften, dvs. strömmen till $1/\sqrt{2}$. Detta inträffar, när den imaginära delen i nämnaren är lika med den reella eller

$$\omega_1 L_1 = \frac{R_1 R_2'}{R_1 + R_2'} \tag{11}$$

Har man bestämt sig för transformatorns undre gränsfrekvens, så ger ekvation (11) hur stor induktansen eller L_1 minst måste vara.

Transformatorns ekvivalenta schema för låga frekvenser framgår av fig. 5. Det är den tekniska realiseringen av induktansen L_1 som i fortsättningen kommer att behandlas.

Ex. 4. Undre gränsfrekvensen för transformatorn enligt ex. 3b sättes till 70 p/s. Bestäm den erforderliga induktansen. Enligt ekvation (11) fås:

$$2\pi \cdot 70 \cdot L_1 = \frac{50 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^3}{55 \cdot 10^3}; \quad L_1 = 10{,}3 \text{ H}.$$

5. Den icke-lineära distorsionen i transformatorer.

Tidigare har beräkningen av utgångstransformatorer huvudsakligen baserats på primärinduktansen och vissa

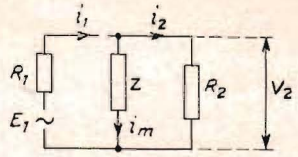


Fig. 6. Transformatorns ekvivalentschema för beräkning av distorsionen.

erfarenhetsvärden på induktionen i järnkärnan. På sista tiden ha undersökningar gjorts huruvida man på förhand skulle kunna taga hänsyn till den distorsion, som beror på järnets icke-lineära egenskaper. Tack vare dessa undersökningar är det numera möjligt att beräkna transformatorn så, att distorsionen håller sig under ett önskat värde.[1]

Transformatorns ekvivalenta schema kan för låga frekvenser ritas enligt fig. 6. Omsättningen antages för enkelhetens skull vara 1:1. Induktansen L_1 i fig. 5 har nu ersatts med impedansen Z, vilken på grund av järnets egenskaper inte är någon lineär impedans, dvs. dess värde beror av magnetiseringsströmmen i_m.

Det är lämpligt att dela upp spänningen V_2 enligt Thevenin's teorem i en del, som skulle finnas om Z vore oändligt stor (ideell transformator) och en annan del, som beror på dess ändliga värde.

$$v_2 = v_{20} + d(v_2) = \frac{E_1 R_2}{R_1 + R_2} + d(v_2) \tag{12}$$

Magnetiseringsströmmen i_m medför en spänning över resistanserna

$$d(v_2) = -i_m \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = -i_m \cdot R \tag{13}$$

där

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \tag{14}$$

Magnetiseringsströmmen blir en funktion av spänningen över kopplingsimpedansen Z, säg

$$i_m = f(v_2) \tag{15}$$

Insättes detta i ekvation (13), så fås:

$$d(v_2) = -R \cdot f[v_{20} + d(v_2)] \tag{13a}$$

Här kan man i allmänhet vid den tekniska tillämpningen försumma $d(v_2)$ vid sidan om v_{20} och kan alltså skriva

$$d(v_2) \approx -R \cdot f(v_{20}) \tag{13b}$$

När likströmsmagnetiseringen är 0, vilket är det enda fall, som här skall behandlas, så kan man skriva ekvationen för magnetiseringsströmmen på följande sätt:

$$i_m = I_1[\sin(\omega t + \beta_1) + q_3 \sin(3\omega t + \beta_3) + \cdots] \tag{15a}$$

[1] Dessa undersökningar ha av förf. utförts såsom examensarbete vid Tekniska Högskolans institution för radioteknik. En utförligare behandling finns i Teknisk Tidskrift nr 36, 1940.

där $I_1 = \frac{V_{20}}{Z}$ och q_3 en distorsionsfaktor för magnetiseringsströmmen. Insättning i ekvation (12) ger, när vissa approximationer ha gjorts,

$$v_2 = v_{20}[\sin(\omega t + d_1) - \frac{R \cdot q_3}{Z} \sin(3\omega t + d_3) + \cdots] \quad (12a)$$

Spänningens distorsionsfaktor kallas p och är

$$p_3 = q_3 \cdot \frac{R}{Z} \quad (16)$$

Ekvation (16) formuleras lämpligen på följande sätt:

$$p_3 = \frac{R}{\omega}\left(q_3 \cdot \frac{\omega}{Z}\right) \cong \frac{R}{\omega}\left(q_3 \cdot \frac{1}{L}\right) \quad (16a)$$

Faktorn ω/Z har dimensionen (Henry)$^{-1}$ och uttrycket införes, emedan det vid konstant induktion endast varierar obetydligt med frekvensen, detta gäller även för q_3. Faktorn R/ω är oberoende av transformatorns data. Produkten $q_3 \cdot (\omega/Z)$ är karakteristisk för transformatorns distorsionsegenskaper, och den kallas därför »distorsionsfunktion». För den praktiska tillämpningen är det lämpligt att hänföra distorsionen till en standardkärna, som har en järnarea av 1 cm^2 och är lindad med 1 000 varv, och distorsionsfunktionen anges som funktion av induktionens amplitud.

Man kan lätt visa, att induktansen vid konstant varvtal, likformig kärna och oförändrad amplitud på induktionen blir proportionell mot roten ur järnarean. Vidare gäller, att induktansen, då övriga storheter äro konstanta, är proportionell mot varvtalets kvadrat. Den specifika impedansen beräknas då ur den uppmätta impedansen genom formeln

$$Z_{spec} = \frac{Z_{uppm}}{\sqrt{A_{fe}} \cdot N^2} \quad (17)$$

Det kan redan här påpekas, att induktansen och därmed impedansen variera avsevärt inom det tekniska induktionsområdet.

Den specifika impedansen definierar sedan den specifika eller normerade distorsionsfunktionen enligt sambandet

$$F = q_3 \cdot \frac{\omega}{Z_{spec}} \approx q_3 \cdot \frac{1}{L_{spec}} \quad (18)$$

Här kan q_3 anges i procent och F ger då p_3 i procent.

Distorsionsfunktionen F är huvudsakligen en funktion av kärnmaterialets egenskaper, transformatorns proportioner och grundtonens maximiinduktion. Den normerade distorsionsfunktionen innehåller de empiriska data, man behöver vid dimensioneringen av en utgångstransformator med hänsyn till distorsionen. Man får med hjälp av distorsionsfunktionen följande uttryck för spänningens distorsion:

$$p_3 = \frac{R}{\omega} \cdot \frac{F}{\sqrt{A_{fe}} \cdot N^2} \quad (16b)$$

*

I den avslutande delen av artikeln, som följer i nästa nummer, behandlas beräkningen av järnkärnan på grundval av 1) maximala induktionen, 2) induktansen och 3) distorsionen, vidare dimensioneringen av transformatorns lindningar. Ett flertal praktiska tillämpningsexempel beledsaga framställningen.

Rumsakustik och mikrofonplacering

1. En introduktion i hithörande problem

Av ingenjör Anders Djurberg
Aga-Baltic A.-B.

Antag att två personer befinna sig på något avstånd från varandra i ett rum. Den ene talar och den andre lyssnar. Den, som lyssnar, konstaterar att talet låter bra och att han tydligt kan uppfatta varje ord. Antag nu vidare att man önskar upptaga talet exempelvis på grammofon, så ligger det nära till hands att tro att detta skulle gå bra om man placerade en mikrofon på lyssnarens plats, närmare bestämt där han har sitt huvud.

Så enkelt är det emellertid tyvärr inte i verkligheten, ty det faktum att det hörs bra vid direkt lyssning är ingen garanti för att det också kommer att höras bra sedan ljudet via mikrofonen passerat genom ett ljudreproduktionssystem, även om detta i elektriskt och mekaniskt avseende är perfekt. Mellan det direkta lyssnandet och den form av lyssning, som använder mikrofon och ljudreproduktionssystem som mellanhand, förefinnas nämligen stora olikheter. Fig. 1 och 3 försöka schematiskt att åskådliggöra detta. En påtaglig skillnad mellan de båda sätten att

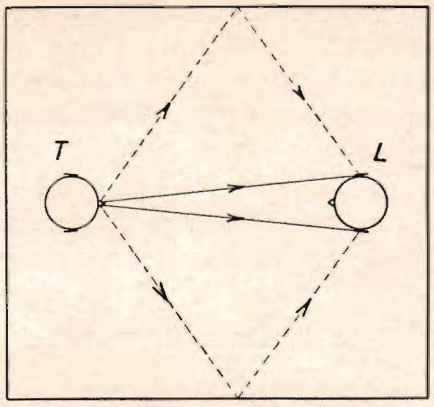


Fig. 1. Schematisk bild av talare (T) och lyssnare (L) i ett rum. De heldragna linjerna med pilar ange det direkta ljudets väg från talarens mun till lyssnarens öron. De streckade linjerna med pilar representera ljud, som reflekteras mot väggarna innan det når lyssnarens öron.

lyssna ligger redan däri att vid direkt lyssning originalljudet uppfångas av *två separata organ*, nämligen de båda öronen, från vilka ljudintrycken genom nervsystemet vidarebefordras direkt till hörselcentra i hjärnan, under det att vid lyssning via ett ljudreproduktionssystem originalljudet endast uppfångas av *ett organ*, nämligen mikrofonen. I sistnämnda fall når ljudet lyssnaren först sedan det återgivits i högtalaren, och mellan detta ljud och originalljudet förefinnes en fundamental skillnad i karaktären. Vari denna skillnad består framgår av följande förklaring.

När man talar eller spelar i ett rum inverkar som bekant rummets akustik på karaktären av talet eller musiken. Skulle samma tal eller samma musik utföras i ett rum med andra akustiska egenskaper, så skulle det låta annorlunda. Men det ljud, som utstrålar från munnen eller musikinstrumentet, är i båda fallen detsamma. På vägen från munnen eller musikinstrumentet till mikrofonen (eller vid direktlyssning till den lyssnandes öron) undergår således ljudet en förändring. När det ljud, som uppfångats av mikrofonen, återges i en högtalare, kommer det från högtalaren utstrålande ljudet att ha den karaktär, som det förlänats av akustiken i det rum där det upptagits. Innan detta ljud når lyssnaren, kommer det ytterligare att förändras, nämligen av akustiken i det rum där lyssnaren och högtalaren befinna sig.

På vilket sätt uppstår då den karaktärsförändring, som ljudet undergår på vägen från ljudkällan till mikrofonen? Ljudet utstrålar från en ljudkälla åt alla håll där det obehindrat kan komma fram. Från munnen utstrålar talet huvudsakligen i alla riktningar framför ett lodrätt plan, som tangerar munnen. I övriga riktningar hindras talets fortplantning av den talandes huvud. Det är endast en försvinnande liten del av den utstrålade ljudenergin, som går direkt från munnen till mikrofonen eller till lyssnarens öron. Den övriga delen av ljudenergin strålar i andra riktningar. När dessa delar av ljudenergin träffar rummets begränsningsytor, väggar, tak och golv eller andra föremål, som hindra dess framåtskridande, reflekteras det och fortsätter i andra riktningar. Men även i de nya riktningarna kommer ljudet förr eller senare att stöta på hinder och på nytt reflekteras. Varje gång ljudet reflekteras förbrukas en liten del av dess energi. En del av energin åtgår nämligen för att vid stöten mot hindret sätta detta i vibration. Vidare går någon energi förlorad därigenom att en del av ljudet går ut genom begränsningsytorna i stället för att reflekteras där. Denna energiförbrukning vid begränsningsytorna kallas absorption. Genom absorptionen förbrukas ljudenergin helt och hållet efter ett visst antal reflexioner.

Efterklangen.

Lyssnaren eller mikrofonen uppfångar inte bara det direkta ljudet utan även reflekterat ljud. Om man skulle följa en ljudsvängning, som i ett visst ögonblick utgår från ljudkällan, så träffar denna svängning mikrofonen (eller lyssnaren) först i den direkta ljudstrålningen (heldragna linjer i fig. 1 och fig. 3, rum I), därefter i den reflekterade ljudstrålningen (streckad linje i fig. 1 och fig. 3, rum I). Det reflekterade ljudet har haft längre väg att tillryggalägga och kommer därför senare fram. På figuren har endast en reflexion inritats. I verkligheten inträffar, som nämnt, många sådana. För varje impuls, som utgår från ljudkällan, hör man alltså flera tätt på varandra följande impulser, nämligen först den, som kommer direkt från ljudkällan, därefter en serie reflexioner av samma impuls med avtagande styrka. Det ljud, som når örat eller mikrofonen, innehåller således förutom de ursprungliga impulserna också ett helt komplex av reflekterade impulser, varför karaktären hos detta ljud ej längre kan vara densamma som karaktären av det från ljudkällan utgående ljudet.

Det komplex av reflekterat ljud, som bildas efter ett originalljud i ett rum kallas *efterklang*. Detta kan ej förekomma utomhus, då ljudet där i regel fritt kan utbreda sig åt alla håll. Efterklang får ej förväxlas med *eko*. Med eko menar man *en* reflexion av en impuls eller en följd av svängningar (t. ex. ett ord eller ett urskiljbart brottstycke därav), varvid det reflekterade ljudet når lyssnaren så mycket senare än originalljudet, att man tydligt uppfattar tidsskillnaden. Ett eko kan upprepas några gånger med snabbt avtagande styrka om det uppträder mellan två parallella, tillräckligt långt från varandra belägna väggar. För att eko skall kunna uppkomma är förutsättningen att avståndet från såväl ljudkälla som lyssnare till den

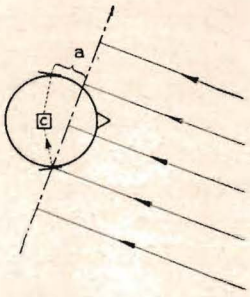


Fig. 2. Riktningsbedömning. Schematisk framställning av en ljudvåg, som snett från höger träffar ett huvud. Pilarna ange ljudets riktning. Den streck-prickade linjen markerar läget för en viss »vågtopp» i ljudet i det ögonblick då den nått fram till lyssnarens högra öra. Först sedan ljudet tillryggalagt ytterligare sträckan *a* träffar samma ljudvågtopp det vänstra örat. C betecknar centrum för riktningssinnet och de prickade linjerna dess nervförbindelser med hörselorganen. En pil på den högra av dessa förbindelser visar att den just överför hörselintrycket från högra örat till riktningscentrum. Den vänstra förbindelsen är ännu overksam.

reflekterande ytan är flera tiotal meter. I vanliga rum kan det alltså icke förekomma.

I det föregående har påvisats hur efterklangen uppstår och förändrar ljudets karaktär. Man kan också uttrycka det så att efterklangen utgör ett störande ljud, som förekommer samtidigt med originalljudet och försvårar uppfattbarheten av detta. Vi komma nu till den viktiga skillnaden mellan originalljudet och det i högtalaren reproducerade ljudet. Det har redan nämnts att det från högtalaren utstrålande ljudet har den karaktär, som det erhållit på vägen från originalljudkällan till mikrofonen. Det innehåller alltså ett visst mått av efterklang. Originalljudkällan är naturligtvis fri från dylikt, men när man lyssnar på den direkt, hör man likväl efterklang eftersom detta bildas i rummet omkring ljudkällan. Vari ligger då skillnaden mellan att lyssna direkt på ljudkällan och att lyssna på högtalaren?

Skillnaden mellan originalljudet och reproduktionen.

I svaret på den frågan spelar det mänskliga hörselsinnets funktion den viktigaste rollen. Som var och en vet kan man enbart med hörseln bestämma riktningen till en ljudkälla med ganska stor noggrannhet. Detta låter sig emellertid endast göra om man lyssnar med båda öronen. Täpper man till det ena örat kan man ej längre avgöra varifrån ljudet kommer. Rent fysiskt beror möjligheten till riktningsbestämningen därpå att en given ljudvåg ej träffar båda öronen samtidigt utom i de fall då ljudkällan befinner sig lika långt från båda öronen, exempelvis rakt framför den lyssnande. Att de ytterst små tidsskillnader, som kunna förekomma mellan hörselintrycken på de båda öronen, snabbt och omedvetet omsättas i träffsäker riktningsbedömning är en psykisk funktion, som strängt taget utgör ett särskilt sinne. (Se fig. 2.)

När man lyssnar på originalljudkällan avgör man omedvetet men träffsäkert från vilken riktning originalljudet kommer. Efterklangen kommer från alla möjliga håll, varför riktningssinnet utan vidare svårighet kan skilja denna från originalljudet.

Lyssnar man däremot på högtalaråtergivningen av detta ljud, så ställer det sig helt annorlunda. Där kommer såväl originalljudet som efterklangen från samma ljudkälla, nämligen från högtalaren. Det är således omöjligt för riktningssinnet att skilja på originalljud och efterklang. Av denna orsak kan även en ganska obetydlig efterklang i högtalarljudet verka mycket störande. Den nya efterklang, som tillkommer i högtalarlokalen, verkar mindre störande, eftersom den härrör från det rum vari lyssnaren befinner sig och således i stor utsträckning kan åsidosättas av riktningssinnet.

Härmed har klarlagts att direktlyssning och lyssning via mikrofon och högtalare äro två så vitt skilda saker att man ej utan vidare kan jämföra dem med varandra.

Vi ha nu sett att felet vid återgivning av tal är att ljudet i högtalaren innehåller efterklang. Kunde man på något sätt undvika att få med efterklangen vid upptagningen i mikrofonen, så skulle återgivningen bli bra. Om inte efterklangen helt kan elimineras så betyder en väsentlig minskning därav i varje fall en förbättring av resultatet.

Nästa fråga blir då hur man skall gå tillväga för att minska den efterklang, som upptages av mikrofonen. För att förstå åtgärderna i detta syfte måste man ha någon kännedom om efterklangens egenskaper. Hur efterklangen uppstår, veta vi nu. Likaså förstå vi, att efterklangen kan betraktas som ett störande biljud. Det egendomliga med efterklangen är att den är praktiskt taget *lika stark överallt i rummet*. Den är således lika stark nära den talande och vid mikrofonen som i en avlägsen del av rummet. Man kan i någon mån förstå att så kan vara fallet om man betänker att efterklangen är sammansatt av reflexioner och åter reflexioner från alla fasta ytor i rummet.

Det *direkta ljudet*, däremot, *avtager i styrka med avståndet från ljudkällan*. Om en mikrofon befinner sig på något avstånd från en talare, så träffas mikrofonen dels av det direkta ljudet från talaren, dels av efterklangen. Flyttar man mikrofonen något längre bort från talaren, så är det direkta ljudet, som träffar mikrofonen, svagare än i föregående fall, men efterklangen är av samma styrka som förut. Detta betyder alltså att när man arbetar med långt mikrofonavstånd uppfångar mikrofonen mera efterklang i förhållande till direkt ljud än vid kort mikrofonavstånd. Fig. 4 åskådliggör schematiskt detta förhållande. Den krökta kurvan visar hur styrkan av det direkta ljudet avtar vid ökat mikrofonavstånd. Den streckade vågräta

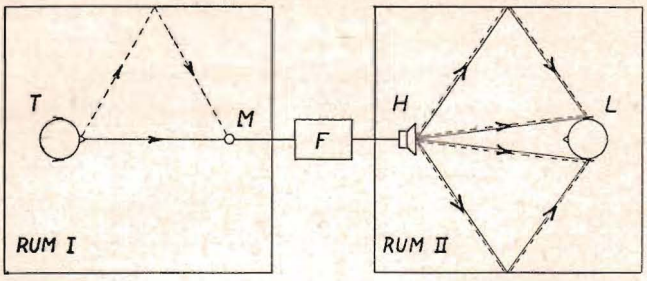


Fig. 3. Lyssning via ljudreproduktionssystem. T: talare, M: mikrofon, F: förstärkare eller upptagnings- och återgivningsapparatur, H: högtalare, L: lyssnare. De dubbla linjerna i rum II ange att ljudstrålarna innehålla både det direkta och det reflekterade ljudet, som upptagits i mikrofonen i rum I.

linjen representerar efterklangen, vilken, som synes, är lika stark vid alla mikrofonavstånd i rummet. Talaren befinner sig vid T. Placerar man en mikrofon vid A så är det av mikrofonen uppfångade direktljudet cirka dubbelt så starkt som efterklangen. Flyttar man mikrofonen längre bort, t. ex. till B, så är där direktljudet endast obetydligt starkare än efterklangen. Ökar man avståndet ytterligare och placerar mikrofonen i C, så är efterklangen mycket starkare än direktljudet. Den proportion, som råder mellan direktljud och efterklang vid mikrofonen, bibehålles vid återgivningen i högtalaren.

Ett intressant experiment.

För belysande av det i fig. 4 visade förhållandet rekommenderas följande enkla experiment. Placera en mikrofon med förstärkare i ett rum. Drag en ledning från förstärkaren till en högtalare i ett annat rum. Låt en person tala i mikrofonrummet och lyssna själv vid högtalaren. Instruera medhjälparen att medan han talar gå närmare mikrofonen respektive avlägsna sig från denna. Man konstaterar då, när man lyssnar vid högtalaren, att ljudets karaktär undergår oerhört stora förändringar allt efter som medhjälparen talar närmare eller längre från mikrofonen. Särskilt stor är karaktärsförändringen vid avståndsvariationer i närheten av mikrofonen. Där ändrar sig nämligen proportionen mellan direktljud och efterklang snabbare än vid längre avstånd från mikrofonen (se fig. 4). F. ö. har man i senare fallet intrycket att ljudet kommer från en stor hall, även om det i verkligheten är ett vanligt litet boningsrum.

Efter detta prov går man in i »mikrofonrummet», ställer sig på mikrofonens plats och ber medhjälparen närma sig och avlägsna sig medan han talar precis som vid provet med mikrofon och högtalare. Man finner då att talet låter praktiskt taget lika, oavsett på vilket avstånd han talar, och att det inte finns något »hallaktigt» i ljudets karaktär. Här kunna alltså hörselorganen respektive riktningssinnet sortera bort efterklangen, vilket däremot icke var fallet vid lyssning på högtalaren.

Härmed ha vi fått förklaring på varför man ej enbart genom direktlyssning kan avgöra var mikrofonen lämpligen bör placeras för att ljudreproduktionen skall bli bra, och detta gäller naturligtvis för såväl högtalaranläggningar som för ljudupptagning exempelvis på grammofon eller film. Av förklaringen framgår vidare att man uppnår bästa resultat om man arbetar med kort mikrofonavstånd. Som en allmän regel gäller att man bör försöka placera mikrofonen så nära ljudkällan som möjligt. Denna regel måste dock tillämpas med en viss moderation. Placerar man t. ex. mikrofonen för nära talarens mun, så kan membranet (eller bandet, om det är en bandmikrofon) träffas av luftströmmen från munnen och påtvingas andra rörelser än de, som äro betingade av ljudsvängningarna. Mikrofonen kan då också träffas av salivstänk eller påverkas av fuktigheten i andedräkten. En annan nackdel vid allt för kort mikrofonavstånd är den onormalt stora inverkan på ljudstyrka och kvalitet, som redan helt obetydliga avståndsförändringar medföra. Talar man t. ex. med munnen 5 cm från mikrofonen och sedan genom ändring av kroppsställningen avståndet ökas med blott 5 cm, så har mikrofonavståndet alltså fördubblats med den påföljd, att styrkan av det upptagna direkta ljudet sjunkit till hälften. Styrkan av den upptagna efterklangen förblir konstant. Alltså kommer proportionen mellan efterklang och direktljud efter avståndsförändringen i detta fall att fördubblas — en avsevärd kvalitetsförsämring. Vid intalning av grammofonskivor i vanliga bostadsrum bör mikrofonavståndet hållas mellan 20 och 50 cm.

Mikrofonplacering vid upptagning av musik.

Det, som här sagts om mikrofonplacering, gäller huvudsakligen tal. För musik får man ytterligare modifiera regeln om kortaste möjliga mikrofonavståndet. Vid tal gäller det ju framför allt att *uppfattbarheten* skall vara god. Man måste kunna urskilja varje stavelse, varje uttalad bokstav, för att man skall kunna följa med och förstå allt, som säges av talaren. Ju starkare efterklangen är i förhållande till det »direkta» talet, desto svårare blir det att uppfatta det sagda. Man kan t. o. m. räkna med en procentuell nedsättning av uppfattbarheten, som står i ett visst förhållande till efterklangen.

Vid musik bortfaller begreppet »uppfattbarhet». Med hjälp av musikinstrumenten alstras harmoniska tonkomplex, som verka tilltalande på det musikaliska sinnet. Ett visst mått av efterklang gör musiken fylligare och mera njutbar. Men även när man lyssnar till musik har riktningssinnet sin givna betydelse. I en orkester äro instrumenten spridda över ett visst område, varigenom lyssnaren

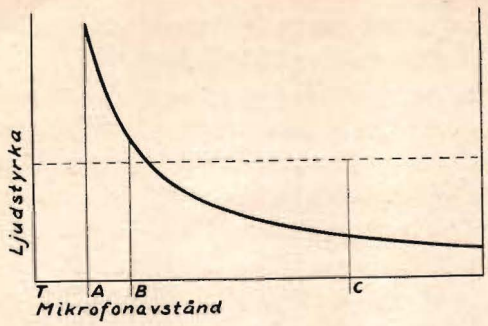


Fig. 4. Proportionen mellan styrkan av direktljud och efterklang på olika avstånd från ljudkällan i ett rum. Ljudkällan befinner sig vid T. den krökta kurvan visar styrkan av direktljudet och den streckade linjen efterklangen på olika avstånd från ljudkällan. A, B och C äro exempel på olika mikrofonplaceringar. Vid A är direktljudet mycket starkare än efterklangen, vid B är direktljudet endast obetydligt starkare och vid C mycket svagare än efterklangen.

hör de skilda instrumenten från olika riktningar. Lyssnar man däremot på orkestermusik reproducerad i högtalare, så får man ej längre detta plastiska intryck. Ljudet från alla instrumenten kommer från en punkt, nämligen från högtalaren. Den efterklang, som då samtidigt återgives i högtalaren, är nu till nytta, om den ej är överdrivet stark. Den kan nämligen i någon mån tjäna som ersättning, dels för plasticiteten, dels för den konsertsalsakustik, som saknas i återgivningsrummet.

Vad mikrofonplaceringen beträffar så får man ta hänsyn till att originalljudkällan vid musikupptagning oftast har utsträckning både i sidled och i riktningen till mikrofonen. Placerar man mikrofonen nära en orkester så kan det t. ex. inträffa att dess avstånd från första fiolen är bara 1/3 av dess avstånd från klarinetten. Ställer man mikrofonen nära högra sidan av ett piano, så kommer diskanten att dominera, under det att vid vänstra sidan basen är starkast. I orkesterexemplet kommer direktljudet från första fiolen att upptagas proportionsvis 3 gånger så starkt som direktljudet från klarinetten. Den upptagna efterklangen av ljudet från båda instrumenten påverkas däremot ej av avståndsskillnaden. Jämfört med det upptagna fiolljudet innehåller det upptagna klarinettljudet därför tre gånger så mycket efterklang. Den i exemplet antagna avståndsskillnaden medför således inte bara onormalt stor skillnad i styrka av upptaget direktljud utan även i karaktär.

Av detta resonemang framgår, att mikrofonen skall vara så långt från orkestern, att skillnaderna mellan dess avstånd till de olika instrumenten bli små i förhållande till totala mikrofonavståndet.

Slutligen måste mikrofonplaceringen kontrolleras genom lyssning på högtalare, då man först därvid kan få ett verkligt begrepp om återgivningens kvalitet. Denna procedur underlättas om man först låter varje instrument spela ett kort solo. Man kan då i högtalaren avgöra det upptagna ljudets karaktär för varje särskilt instrument med avseende på proportionerna mellan direktljud och efterklang. Med ledning härav kan man omplacera instrumenten så att inte något av dem återgives med överdrivet hög proportion efterklang. När denna enskilda provning av instrumenten och eventuella omplacering är färdig, provar man hela orkestern för att kontrollera att alla instrument komma till sin rätt utan att något enskilt dominerar, om så icke särskilt påfordras.

Vid upptagning av ljud från en orkester eller annan ljudkälla, som på liknande sätt är spridd över ett visst område, är man kanske frestad att utplacera flera mikrofoner. Man har då stora utsikter att misslyckas med upptagningens kvalitet. Varje mikrofon uppfångar ju inte bara ljudet från de instrument, i vilkas närhet den placerats, utan även från alla de övriga, ehuru något svagare. Vidare upptages efterklangen från samtliga instrument lika starkt i alla mikrofonerna. En ljudvåg, som utgår från ett instrument, träffar de olika mikrofonerna med tidsskillnader, som betingas av skillnaden i avstånd från instrumentet till de olika mikrofonerna. Detta framkallar givetvis också en effekt, som inte har någon motsvarighet i verkligheten.

Två eller flera mikrofoner kunna samtidigt användas, men det gäller då speciella ändamål, t. ex. då man önskar blanda ljudet från ljudkällor, som befinna sig helt skilda från varandra, så att ljudet från den ena ljudkällan ej kan nå den mikrofon, som uppställts vid den andra ljudkällan och vice versa. Flera mikrofoner kunna samtidigt vara uppställda i en filmscen, men vid upptagningen växlas mellan dem efter behov medelst omkopplare eller volymkontroller, så att i realiteten endast en mikrofon i taget är inkopplad på förstärkaren.

Olika mikrofontyper.

Vi ha sett huru proportionen mellan direktljud och efterklang varierar med mikrofonavståndet och hur man håller efterklangshalten nere genom att arbeta med så kort mikrofonavstånd som omständigheterna medge. Genom att välja en mikrofon med riktningsverkan kan man ytterligare minska proportionen av upptagen efterklang.

De vanligaste mikrofonerna äro s. k. *tryckmikrofoner*. De äro praktiskt taget lika känsliga för ljud från alla riktningar. Exempel på sådana mikrofoner äro dynamiska mikrofoner, kristallmikrofoner, kondensatormikrofoner och kolkornsmikrofoner. De mikrofoner, som amatörerna ha, tillhöra i regel denna kategori, då dessa ställa sig billigare än riktningsmikrofoner.

Mikrofoner med riktningsverkan finnas av två slag, nämligen *hastighetsmikrofoner* och *cardioidmikrofoner*.

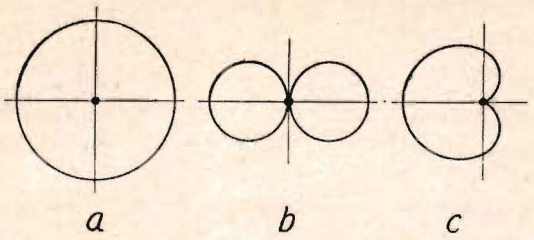


Fig. 5. Riktningsdiagram i horisontalplanet för mikrofoner. a: tryckmikrofoner (dynamiska, kristall- och kolkornsmikrofoner), b: hastighetsmikrofoner (bandmikrofoner) och c: cardioidmikrofoner. Mikrofonen tänkes befinna sig i den grova punkten i diagrammet. En linje, som i godtycklig riktning drages från punkten, skäres av kurvan. Sträckan från punkten till skärningspunkten representerar känsligheten i denna riktning. I diagram b finnas två riktningar och i diagram c en riktning där riktningslinjen ej skäres av kurvan och således känsligheten är noll.

Fig. 5 a, b och c återge riktningsdiagram över såväl tryckmikrofoner som hastighets- och cardioidmikrofoner.

Hastighetsmikrofonen påverkas av luftpartiklarna då dessa genom ljudets inverkan bibringas fram- och återgående rörelser, och den avgivna spänningen är proportionell mot luftpartiklarnas hastighet. Den vanligaste formen för hastighetsmikrofon är *bandmikrofonen.*

Cardioidmikrofonen är en kombination av tryck- och hastighetsprincipen i en och samma mikrofon. Sitt namn har den fått av riktningsdiagrammet, vars geometriska form har den latinska benämningen cardioid (=hjärtliknande).

Beträffande mikrofoners konstruktion och funktion hänvisas f. ö. till tidigare artiklar i Populär Radio.[1]

Hastighetsmikrofonen har, som diagrammet visar, stor känslighet åt två diametralt motsatta håll. Vinkelrätt emot dessa riktningar är känsligheten noll. Vid avvikelse från riktningen för den största känsligheten avtar känsligheten först obetydligt. Sålunda måste man avvika ända till 45° åt ena eller andra sidan för att känsligheten skall minskas med 3 decibel. Avviker man ytterligare, faller känsligheten i snabbt ökande tempo för att, som nämnt, vid 90° bli noll. 3 decibel minskning av känsligheten har ingen praktisk betydelse. Man kan därför säga att hastighetsmikrofonens upptagningsområde omfattar 90° vinkel i de båda känslighetsriktningarna. Vid användande av denna mikrofon skall man alltså tillse att ljudkällan befinner sig inom denna vinkel. Det känsliga vinkelområdet på båda sidor om mikrofonen kan användas samtidigt. Man kan sålunda upptaga dialog mellan personer, som befinna sig på båda sidor om mikrofonen.

Vid användandet av riktningsmikrofoner får man också ta hänsyn till att känsligheten är begränsad inom en viss vinkel även i höjdled. Denna vinkel är i regel betydligt mindre än sidvinkeln. Att känslighetsvinkeln i höjdled är starkt begränsad måste givetvis hållas i minnet vid placeringen av mikrofonen, men det försvårar icke dess användning, då ljudkällan knappast kan tänkas utbredd i höjdled. Det bör således ej vara någon svårighet att placera mikrofonen så att den i höjdled omfattar exempelvis en stor kör eller orkester eller ett scenområde, över vilket skådespelarna förflytta sig medan de tala.

I det riktningsområde, inom vilket en riktningsmikrofon har sin högsta känslighet, är den praktiskt taget lika känslig som tryckmikrofonen är i alla riktningar, exempelvis som en dynamisk mikrofon. Det direkta ljudet uppfångas därför lika bra av båda mikrofontyperna. Efterklangen kommer till mikrofonen från alla håll. En riktningsmikrofon uppfångar ej den efterklang, som kommer från sådana riktningar, i vilka den är okänslig. Tryckmikrofonen däremot uppfångar efterklangen från alla håll. Därav följer att det av riktningsmikrofonen upptagna ljudet har mindre efterklang i förhållande till direktljud än vad fallet är vid tryckmikrofoner.

Riktningsmikrofoner ha särskilt stor användning vid filminspelning, där det ofta är svårt att komma tillräckligt nära med mikrofonen, då den ju ej får synas i bilden. Mikrofonavståndet vid filmning varierar mellan 1 och $1^1/_2$ meter utom vid närbilder, då det kan bli praktiskt taget så kort, som man kan tillåta. I sistnämnda fall utnyttjar man riktningsmikrofonen på så sätt att man låter dess okänsligaste sida vara riktad mot kameran, varigenom eventuellt surr från kameramotorn undvikes i upptagningen.

Den vanligaste riktningsmikrofonen, bandmikrofonen, kan i regel icke användas utomhus. Detta beror på, att redan vid svag vind bandet bringas att »fladdra», varvid en bullrande störning uppstår i ljudåtergivningen. Det ytterst tunna aluminiumbandet kan också taga skada av dylika påfrestningar. Vid ljudupptagning utomhus klarar man sig mycket väl med de för vind relativt okänsliga tryckmikrofonerna, då det ju där ej finnes någon efterklang att taga hänsyn till.

Är vinden tillräckligt stark kan också tryckmikrofonen störas därav. Man måste då förse mikrofonen med vindskydd. Detta består av en sluten, klotformig skärm med 20 à 30 cm diameter. Den förfärdigas t. ex. av 2 mm järntråd och klädes med tunt siden. Klotet göres delbart, så att det kan apteras kring mikrofonen. Därigenom att vindskyddet är klotformigt undvikas skarpa kanter, vid vilka luftvirvlar kunna bildas med åtföljande störande ljud.

Studions akustiska egenskaper.

Efter detta apropå till mikrofonernas användningsmöjligheter återgå vi till huvudtemat, nedbringandet av efterklangen i ljudupptagningen. Två resurser ha diskuterats,

[1] Gösta Johansson: Mikrofoner och högtalare, Pop. Radio, april 1939.

nämligen kortast möjliga mikrofonavstånd och användandet av mikrofoner med riktningsverkan. Ytterligare en möjlighet finnes, nämligen den att redan i själva upptagningsrummet minska uppkomsten av efterklang. Detta innebär således en ändring av rummets akustik.

Som bekant uppkommer efterklangen genom upprepade reflexioner av ljudvågorna mot rummets begränsningsytor. Ju flera gånger en ljudvåg på detta sätt reflekteras innan den hunnit bli så försvagad att den ej längre hörs, desto längre tid dröjer det givetvis också innan varje särskild ljudvåg slutar att göra sig gällande. Den tid, som åtgår från det ögonblick en ljudvåg lämnar ljudkällan tills den efter otaliga reflexioner blivit så svag, att den ej längre hörs, utgör i själva verket ett mått på efterklangen och kallas *efterklangstiden.*

Som nämnt förbrukas vid varje reflexion en viss del av ljudenergin genom absorption i rummets begränsningsytor. Ju större den procentuella ljudabsorptionen är vid varje reflexion, desto färre reflexioner hinner ljudet med innan det blivit så försvagat, att det ej längre hörs. Genom att öka absorptionen i rummets begränsningsytor kan man alltså minska antalet reflexioner och således förkorta efterklangstiden.

Minst är absorptionen hos tungt, massivt material med hårda, jämna ytor, t. ex. ett cementgolv och de släta murväggarna i ett rum. Störst är absorptionen hos poröst och mjukt material med ojämna ytor, t. ex. stoppade möbler, tjocka mattor och draperier, filtar samt porösa plattor, speciellt tillverkade med tanke på ernående av högsta möjliga ljudabsorption.

Om efterklangen i en lokal visar sig vara särdeles besvärande, dvs. efterklangstiden är lång, så kan man genom att bekläda de hårda, släta väggytorna med starkt absorberande material minska efterklangstiden och därigenom förbättra lokalens akustik för det ifrågavarande ändamålet.

Beroende på till vilket ändamål lokalen skall användas kan det i vissa fall vara önskvärt med någon efterklang särskilt i samband med musik och direktlyssning. Men för ett mycket vanligt ändamål, nämligen mikrofonupptagning av tal, gäller oförbehållsamt den regeln, att efterklangstiden skall vara så kort som möjligt.

Vid val av absorberande material och uppmonteringen därav stöter man emellertid på nya problem. Det är nämligen så att ett material icke har lika stor absorptionsförmåga över hela ljudfrekvensområdet. I regel är absorptionen störst för höga frekvenser. Använder man ett material med stor absorption vid höga frekvenser och liten absorption vid låga, så blir resultatet att efterklangstiden i lokalen blir mycket längre vid låga frekvenser än vid höga. Efterklangen kommer att dominera vid låga frekvenser. Akustiken har i själva verket försämrats. Olika material ha olika frekvenskarakteristik med avseende på ljudabsorptionen. Ett materials ljudabsorption beror också på hur det uppmonteras. Till detta skola vi återkomma längre fram.

I nästa artikel i denna serie komma begreppen *efterklangstid* och *absorption* närmare att definieras samt anvisningar att givas för mätning och beräkning av båda dessa inom akustiken så viktiga faktorer.

Decibel, neper och phon

En ingående förklaring av dessa för många radiomän oklara begrepp

Av teknolog Nils Hunnefelt

Enheterna *bel* — med underenheten *decibel* — *neper* och *phon* tillhöra svagströmstekniken och närmare bestämt transmissions- och ljudreproduktionstekniken. Ingen skulle sålunda komma på den idén att uttrycka spänningsförlusten på en hög- eller lågspänningsledning i så eller så många neper. De ha tillkommit för att ge en med det fysiologiska förloppet i ett normalt människoöra överensstämmande bild av olika faktorers inverkan på ljudöverföring. Örat reagerar nämligen i stort sett *logaritmiskt* och ej lineärt, som vi i övrigt äro vana vid. Detta gäller såväl beträffande *tonhöjd* (frekvens) som *ljudstyrka.*

En *ljudvågs* styrka mätes antingen genom *intensiteten,* som är den per tidsenhet genom varje ytenhet vinkelrätt mot vågens fortplantningsriktning transporterade energin, eller genom *ljudtrycksändringen.* Intensiteten, i, anges vanligen i W/cm^2, ljudtrycket, p, i dyn/cm^2 (1 dyn = 1/981 gf). Intensiteten är proportionell mot kvadraten på ljudtrycket:

$$i = \frac{p^2}{r},$$

där $1/r$ är en proportionalitetsfaktor.

Att örat reagerar logaritmiskt innebär i korthet föl-

jande: Antag att intensiteten för en ton i ett fall ökas 5 ggr från 10^{-10} W/cm² till $5 \cdot 10^{-10}$ W/cm², dvs. med $4 \cdot 10^{-10}$ W/cm² och i ett annat fall likaledes 5 ggr från $100 \cdot 10^{-10}$ W/cm² till $500 \cdot 10^{-10}$ W/cm², dvs. med $400 \cdot 10^{-10}$ W/cm². Den absoluta ökningen är alltså mycket större i senare fallet. För örat blir emellertid ljudstyrkeökningen lika stor i de båda fallen, eftersom den relativa intensitetsökningen är densamma. Om vi jämföra intensiteterna i_1 och i_2 samt i_3 och i_4, fås som villkor för lika ljudstyrkeskillnad:

$$\frac{i_2}{i_1}=\frac{i_4}{i_3}.$$

Logaritmeras båda leden och tillämpas en enkel regel för räkning med logaritmer fås:

$\log i_2 - \log i_1 = \log i_4 - \log i_3$.

Vid lika ljudstyrkeskillnad är det alltså *skillnaden mellan logaritmerna* för intensiteterna, ej mellan intensiteterna själva, som är konstant.

Den akustiska effekt, som avges av en högtalare eller telefon, motsvaras av en däremot proportionell tillförd elektrisk effekt. Tydligen böra effektförhållandena i apparater, som föregå en högtalare, t. ex. förstärkare, bedömas med utgångspunkt från logaritmen för effekten.

Skillnaden mellan två *effekter* eller två *intensiteter* säges vara M bel om

$$^{10}\log\frac{P_2}{P_1}=M \text{ resp } {}^{10}\log\frac{i_2}{i_1}=M,$$

där P_2, P_1 resp. i_2, i_1 äro de jämförda storheterna.

Ovanstående ekvationer kunna också skrivas:

$$\frac{P_2}{P_1}=10^M \text{ resp } \frac{i_2}{i_1}=10^M.$$

Decibel (förkortat dB) är 1/10 bel. Om effekt- resp. intensitetsskillnaden utgör m decibel, gäller:

$$10 \cdot {}^{10}\log\frac{P_2}{P_1}=m \text{ resp } 10 \cdot {}^{10}\log\frac{i_2}{i_1}=m,$$

eller i annan form

$$\frac{P_2}{P_1}=10^{m/10} \text{ resp } \frac{i_2}{i_1}=10^{m/10}.$$

Intensiteten är proportionell mot kvadraten på ljudtrycket. Effekten är proportionell mot kvadraten på såväl strömstyrka som spänning:

$$P=RI^2 \text{ resp } P=\frac{V^2}{R}$$

Om vi jämföra två effekter, indicerade 1 och 2, och utvecklade över samma motstånd fås:

$$\frac{P_2}{P_1}=\left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2=\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2.$$

Således är effektskillnaden m decibel om

$$10 \cdot {}^{10}\log\left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2=20 \cdot {}^{10}\log\frac{I_2}{I_1}=m$$

respektive

$$10 \cdot {}^{10}\log\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2=20 \cdot {}^{10}\log\frac{V_2}{V_1}=m.$$

Motsvarande formler gälla för ljudtrycket, då p sättes i stället för V eller I.

Äro motstånden däremot *olika* stora fås:

$$m=10 \cdot {}^{10}\log\left(\frac{V_2^2}{R_2}\cdot\frac{R_1}{V_1^2}\right)=20 \cdot {}^{10}\log\frac{V_2}{V_1}+10 \cdot {}^{10}\log\frac{R_1}{R_2}.$$

Antag t. ex. att en förstärkare avger 100 V över en anodimpedans på 1 000 ohm. Ingångsspänningen 1 V, ingångsimpedans 1 megohm. Förstärkningen är då

$$20 \cdot {}^{10}\log 100+10 \cdot {}^{10}\log\frac{10^6}{10^3}=40+30=70 \text{ dB}.$$

Felaktigt vore att sätta den enbart lika med 40 dB. Samma resultat fås, om man först räknar ut effekterna:

$$P_{in}=\frac{1}{10^6}=10^{-6} \text{ W}. \qquad P_{ut}=\frac{100^2}{1000}=10 \text{ W}.$$

$$m=10 \cdot {}^{10}\log\frac{10}{10^{-6}}=70 \text{ dB}.$$

Inom telefontekniken användes i stället enheten *neper*, förkortat N. Skillnaden är N neper om

$${}^{e}\log\frac{V_2}{V_1}=N \text{ resp } {}^{e}\log\frac{I_2}{I_1}=N.$$

Såväl spänningen som strömstyrkan äro proportionella mot kvadratroten ur effekten. Alltså är vid lika motstånd skillnaden mellan två effekter N neper om

$$N={}^{e}\log\sqrt{\frac{P_2}{P_1}}=\frac{1}{2}\cdot{}^{e}\log\frac{P_2}{P_1}.$$

Observera att enheten neper grundar sig på naturliga logaritmer med $e=2{,}718$ som bas. Enheten decibel är baserad på 10-logaritmer. Under förutsättning att motstånden äro lika kan omräkning lätt ske mellan neper och decibel:

1 dB = 0,115 neper; 1 neper = 8,7 dB.

Omräkning från 10-logaritmer till e-logaritmer sker genom formlerna:

$^{10}\log a = 0{,}43 \cdot {}^{e}\log a$; ${}^{e}\log a = 2{,}3 \cdot {}^{10}\log a$.

Enklast erhållas e-logaritmerna på en räknesticka med log-logskala.

Följande tabell ger några siffror för sambanden mellan decibel och neper samt effekt- eller intensitets- resp. ström- eller spänningsförhållanden.

Effekt- eller intensitets-förhållande	Decibel (dB)	Neper (N)	Spännings- el. strömstyrke-förhållande
1	0	0	1
2	3,0	0,34	1,41
4	6,0	0,70	2,00
5	7,0	0,81	2,24
10	10,0	1,15	3,16
20	13,0	1,49	4,46
30	14,8	1,70	5,48
50	17,0	1,96	7,06
80	19,0	2,19	8,95
100	20,0	2,30	10,00

En term som ofta förekommer inom teletekniken är *nivå*. Man talar sålunda om att nivån är så eller så många neper i en viss punkt av en ledning eller i en punkt av en förstärkarekedja. Nivån erhålles genom att den aktuella storheten, dvs. spänningen, strömstyrkan eller effekten, jämföres med en viss normalstorhet. Till sådan har internationellt antagits effekten 1 milliwatt (10^{-3} W), som vid beräkning av strömstyrke- och spänningsnivå skall vara utvecklad över en resistans (ohmskt motstånd) på 600 ohm. Effekten 10^{-3} W är alltså nollnivå eller referensnivå. Effektnivån i det aktuella fallet fås som

$$\frac{1}{2} \cdot {}^{e}\log\frac{P}{P_0} \text{ neper,}$$

där P = den jämförda effekten och $P_0 = 10^{-3}$ W.

Den mot nollnivån svarande spänningen över 600-ohmsmotståndet fås ur ekvationen:

$$\frac{V_0^2}{600} = 10^{-3};\ V_0 = 0{,}775 \text{ volt.}$$

Om den spänning vars nivå sökes kallas V, blir nivån i neper ${}^{e}\log V/V_0$. Den motsvarande strömstyrkan fås som ${}^{e}\log I/I_0$, där I_0 fås ur

$I_0^2 \cdot 600 = 10^{-3}$; $I_0 = 1{,}29 \cdot 10^{-3}$ ampere.

Om utgångseffekten är lägre än ingångseffekten vid ett visst led i en transmissionskedja, talar man om *dämpning*. Sådan äger t. ex. alltid rum vid överföringsledningar. Är utgångseffekten åter högre, kallas detta *förstärkning*. De logaritmiska enheterna decibel och neper medge nu att man på ett mycket enkelt sätt kan erhålla resulterande förstärkningen eller dämpningen. Man adderar helt enkelt de ingående förstärkningarna och dämpningarna, de förra med plustecken och de senare med minustecken. Antag t. ex. att vi ha en högtalaranläggning, vari ingår en mikrofonförstärkare på 40 db, en ledning med dämpningen 5 db och en slutförstärkare på 60 db. Totala förstärkningen blir då

$40 - 5 + 60 = 95$ db.

Phon är enheten för *subjektiv*, dvs. av örat uppfattad ljudstyrka. Objektiv ljudstyrka är ett annat ord för ljudintensitet. Som normalton vid ljudstyrkemätningar användes tonen med svängningstalet 1 000 p/s. Detta är nödvändigt, eftersom ej alla toner låta lika starka vid lika intensitet; en lägre ton fordrar högre intensitet för att ljuda lika starkt som en högre. Ljudstyrkan är L phon om

$$L = 10 \cdot {}^{10}\log\frac{i_1}{i_0} = 20 \cdot {}^{10}\log\frac{p_1}{p_0},$$

där i_1 och p_1 äro intensiteten resp. ljudtrycket för den 1 000 p/s-ton som ger samma ljudstyrkeintryck som den ton, som skall undersökas. i_0 och p_0 äro intensiteten resp. ljudtrycket vid noll phon, dvs. då 1 000 p/s-tonen nätt och jämnt kan uppfattas. Internationellt har som i_0 antagits värdet 10^{-16} W/cm², mot vilket svarar ett ljudtryck $p_0 = 2 \cdot 10^{-4}$ dyn/cm².

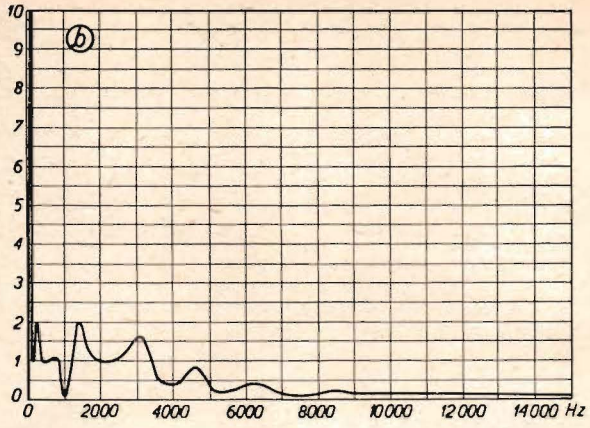


Fig. 1.

Phon är tydligen detsamma som ett visst antal decibel över en viss nivå. »Ljudstyrka 50 phon» är en fullt korrekt angivelse; att däremot ange ljudstyrkan till 50 decibel är fel, eftersom en storleksangivelse i decibel hänger i luften, om ej en referenspunkt anges eller det tydligt framgår, att nivå avses; därmed underförstås ju att referenseffekten är 10^{-3} W. Att säga »50 decibel över 10^{-16} W/cm²» är däremot fullt riktigt. Tabellen nedan ger intensitet och ljudtryck för några olika ljudstyrkor, varvid i och p gälla 1 000 p/s.

Phon	i (W/cm²)	p (dyn/cm²)
0	10^{-16}	$2 \cdot 10^{-4}$
10	10^{-15}	$6{,}3 \cdot 10^{-4}$
30	10^{-13}	$63 \cdot 10^{-4}$
50	10^{-11}	$630 \cdot 10^{-4}$
80	10^{-8}	2
100	10^{-6}	20
120	10^{-4}	200

Noll phon svarar mot hörbarhetsgränsen. Maximalt uthärdlig ljudstyrka är c:a 120 phon. Ljudstyrkan för diverse vanligare ljud återfinnes i följande tabell:

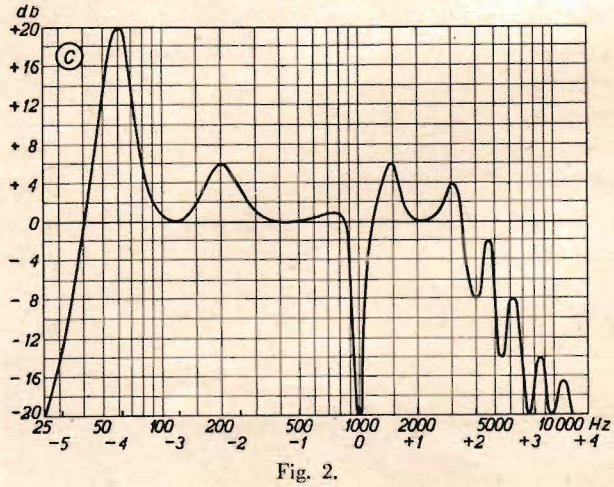


Fig. 2.

Ljud	Phon
Hörbarhetsgränsen	0
Lugn trädgård	10
Viskning	30
Musik	60
Storstadsbuller	80
Ångsmide	100
Flygmaskin på 6 m avstånd	120

Till slut skall visas, att logaritmiska skaldelningar böra användas vid förstärkningsdiagram. Se fig. 1 och 2, som båda visa samma frekvenskurva. I fig. 1 är förstärkningsförhållandet avsatt utefter den lodräta axeln med linjär delning. I fig. 2 däremot är skalan för förstärkningen graderad i decibel, dvs. logaritmiskt. Även frekvensskalan bör vara logaritmisk, detta därför att örat även beträffande tonhöjd reagerar på så sätt. En höjning av tonen från 100 till 200 p/s är sålunda för örat lika stor som en från 1 000 till 2 000 p/s. Som tydligt framgår ha de båda diagrammen helt olika karaktär. I fig. 1 är ju toppen i närheten av noll av helt annan storleksordning än sänkan vid 1 000 p/s. I fig. 2 ha de däremot fått sina mot förloppet i örat svarande rätta proportioner. Fig. 1 ger vidare en missvisande bild därigenom att det viktiga frekvensområdet under 1 000 p/s trängts samman i hög grad. Fig. 2 med logaritmisk frekvensskala ger däremot en rättvisande bild.

Litteratur:

Reiland, Elektrotekniken.
Stockman, Radiolexikon.
Philips Techn. Rundschau, 1937, heft 2.
Philips Techn. Rundschau, 1940, heft 8.
The L. M. Ericsson Review, 1931, nr 7—9.
Siemens Zeitschrift, 1941, nr 4.

Apparatserie för nybörjare

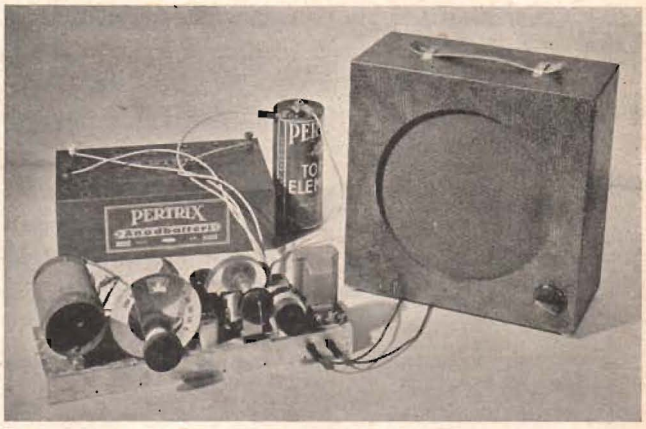
Enkla mätningar på den i föregående nummer beskrivna enrörsmottagaren. Hur samma mottagare förses med återkoppling. — Tvårörsmottagare.

Av S. Thurlin

För att effektivt kunna utnyttja en enrörsmottagare bör den förses med återkoppling. Härigenom får man ytterligare förstärkning och möjlighet att avlyssna utländska stationer, om en god utomhusantenn användes, men samtidigt får man också möjlighet att störa grannarna med återkopplingstjut vid slarvig manövrering av återkopplingen.

III. Enrörsmottagare med återkoppling.

Fig. 1 visar kopplingsschemat för 1-rörsmottagaren med återkoppling. Här ha återkopplingsspolen L_2 och återkopplingskondensatorn C_4 tillkommit, ävensom högfrekvensdrosseln HFD, som i detta fall har järnpulverkärna men även kan vara av vanlig typ. (Fotografierna i föregående artikel i denna serie visa 1-rörsapparaten *med* återkoppling.) Spolen L_2 lindas ovanpå L_1, vid dennas jordsida. Den lindas åt motsatt håll mot L_1. Samma sorts tråd som i L_1 kan användas. L_2 lindas med 10 varv, vilket blir lagom för mjuk återkoppling vid normal antenn. Skulle inte apparaten återkoppla (»svänga»), får man öka L_2 med några varv. Mellan spolarna L_1 och L_2 bör man lägga ett par varv oljeduk eller oljepapper. Den ände av spolen, som kommer närmast jordsidan på L_1, anslutes till chassiet.



Återkopplingskondensatorn C_4 i fig. 1 måste isoleras från chassiet, eller också kan C_4 inkopplas mellan L_2 och jord, varvid man säkert undgår s. k. handkapacitet. På modellen har dock ej märkts någon handkapacitet vid återkopplingskondensatorn.

När L_2 och C_4 äro inkopplade, göres apparaten klar för provning. Röret isättes, batterierna anslutas och hörtelefonen påtages. Antenn och jord anslutas ej till att börja med. Återkopplingskondensatorn C_4 ställes på noll, dvs. med rotorn helt utvriden ur statorn. Härvid skall apparaten ej ge någon ljud ifrån sig. Vid invridning av

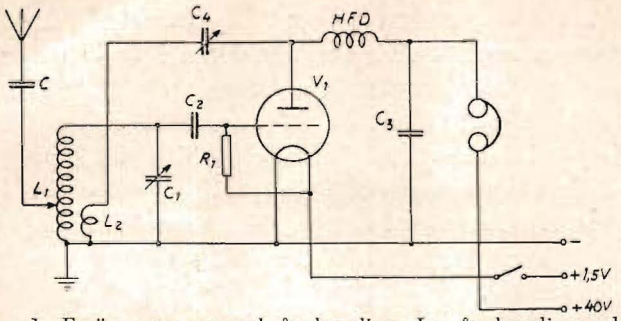


Fig. 1. Enrörsmottagare med återkoppling. L_2: återkopplingsspole (se texten), C_4: återkopplingskondensator 300 pF, HFD: högfrekvensdrossel. (Övriga värden se fig. 2 i juninumret.)

C_4 höres en svag knäpp, som anger att detektorn självsvänger. Men så långt får man inte gå, när antennen är ansluten, ty då blir det risk för störningar i grannarnas radioapparater.

När allt är rätt så långt, ställes återkopplingskondensatorn återigen på noll, antenn och jord inkopplas, lokalstationen uppsökes, och vid behov invrides återkopplingskondensatorn, tills lagom ljudstyrka erhålles. När man söker efter *utländska* stationer, ökas C_4 så mycket, att man hör ett svagt brus i telefonen, vilket anger att man ligger strax under svängningsgränsen, där största känsligheten erhålles. Går man över svängningsgränsen, komma stationerna in med visslingar på ömse sidor, varvid de lättare lokaliseras. Dock bör detta undvikas, emedan det ger störningar i grannarnas apparater. Vid passage med C_1 över lokalstationen, bör C_4 ställas på noll, så att i varje fall de som lyssna på lokalprogrammet ej störas.

Kontrollmätning av strömmar och spänningar.

Anodströmmen, ca 1 mA, kan man mäta genom att koppla en mA-meter i serie med hörtelefonen. Anodströmmen passerar genom telefonen, och för att inte avmagnetisera denna, bör telefonen kopplas med den märkta sladden till anodbatteriet. Detta bör man särskilt komma ihåg vid högre anodströmmar.

Rörets anodspänning mätes mellan chassiet, dvs. rörets

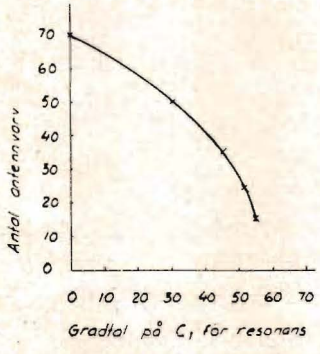
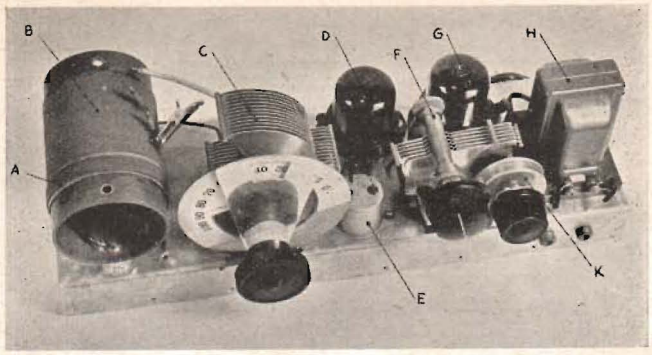


Fig. 2. Denna kurva visar sambandet vid resonans mellan avstämningskondensatorns läge och antalet inkopplade antennvarv.



Bilden visar modellen till 2-rörsapparaten sedd framifrån. A: återkopplingsspolen, B: avstämningsspolen, C: avstämningskondensatorn, D: detektorröret, E: högfrekvensdrosseln, F: återkopplingskondensatorn, G: slutröret, H: lågfrekvenstransformatorn, K: klangfärgskontrollen.

katod, och rörhållarens anodkontakt. Härvid skall glödströmmen vara på och telefonen inkopplad. Anodspänningen blir något mindre än den spänning som batteriet ger, beroende på spänningsfallet över telefonen och högfrekvensdrosseln. Samtidigt faller spänningen ännu något vid själva mätningen genom instrumentets egenförbrukning.

Antennkopplingens inverkan på avstämningen.

Tabell I visar huru avstämningen påverkas av antalet varv som äro inkopplade i antennen. Ju flera varv, desto större del av antennkapaciteten införes i kretsen L_1C_1, och desto mer måste man reducera C_1 för att få resonans. Vid 15 antennvarv inkopplade, måste kondensatorn stå på skalstreck 55, för att avstämningskretsen L_1C_1 skall komma i resonans med sändarstationen, vid 25 antennvarv på 52 osv. Fig. 2 visar en kurva häröver, uppritad med ledning av värdena i tabell I.

Optimal antennkoppling.

Fördelen med att ha uttag för antennen på avstämningsspolen är att man vid en lång antenn får största signalstyrka vid mindre antal antennvarv på L_1. Vid kortare antenn får man koppla in flera antennvarv, om man vill ha största möjliga signalstyrka. Antennvarven räknas från antennens ingång på L_1 till jord. Om man kopplar en kondensator i serie med antennen, kommer den att verka som en kortare antenn.

Vid modellapparaten ha mätningar gjorts för att utröna, vilket antennuttag som ger största signalstyrka. (Gallerkondensatorn har vid mätningarna varit ansluten till spolen L_1 vid 70 varv, dvs. till toppen av spolen.) En mA-meter har inkopplats i anodkretsen i serie med hörtelefonen. För att få tydligt avläsbara utslag måste ett känsligt instrument användas. Ett instrument med fullt utslag för 0,5 eller 1 mA går bra att använda. Vid mätningarna på kristallapparaten steg strömstyrkan med signalstyrkan.

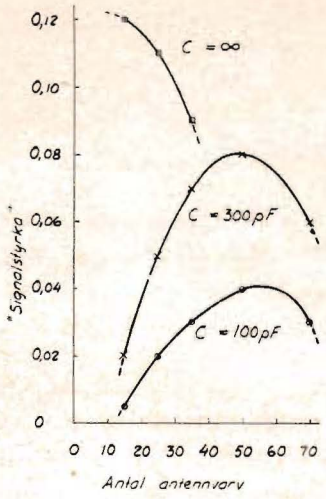


Fig. 3. Diagrammet visar signalstyrkan vid olika antal antennvarv. Vid mätningarna har en seriekondensator på 300 resp. 100 pF varit inkopplad i antennen (C i fig. 1). Kurvan $C=\infty$ gäller utan seriekondensator i antennen. Observera att »signalstyrkan», som är avsatt utefter den vertikala axeln, ej är proportionell mot den högfrekventa växelspänningen, beroende på att den här använda gallerlikriktande rörvoltmetern ej ger ett utslag, som är proportionellt mot den pålagda växelspänningen.

(Se föreg. nummer.) Men vid 1-rörsmottagaren sjunker anodströmmen då signalstyrkan ökar, t. ex. då apparatens avstämningskrets bringas i resonans med sändaren. Därför avpassas anodspänningen så, att visaren på instrumentet gör nästan fullt utslag. Denna inställning sker utan att ha antennen inkopplad, således utan signal. Om man använder 0,5 mA instrumentet, blir 22 volts anodspänning lagom, ty anodströmmen blir då 0,45 mA. När utslaget blivit antecknat, inkopplas antennen till något av uttagen på L_1, och lokalstationen sökes, under tiden som man iakttager utslaget på instrumentet. Återkopplingskondensatorn C_4 är ställd på noll. När mottagaren medelst C_1 blivit rätt inställd på lokalsändaren, sjunker anodströmmen till ett visst lägsta värde, som antecknas. Skillnaden mellan värdet utan och med signal är den anodströmsändring, som antecknats i kolumn 4, tabell II. Tabellen visar att vid den begagnade antennen erhålles största signalstyrkan med ca 50 antennvarv. Anodströmsändringen blev här 0,08 mA. (Vid mätningarna enligt tabell II var en kondensator på 300 pF inlänkad i antennen.) Fig. 3 visar signalstyrkan som funktion av antalet antennvarv enligt tabell II. Signalstyrkan stiger ganska kraftigt från 15 till 35 antennvarv, därefter svagare till 50, för att sedan dala nedåt. Enligt kurvan skulle största signalstyrka fås vid ungefär 48 antennvarv. Observera att anodströmsändringen, som i fig. 3 benämnts »signalstyrka», ej är proportionell mot signalstyrkan. Det enda vi veta är, att den är större för en högre signalstyrka än för en lägre.

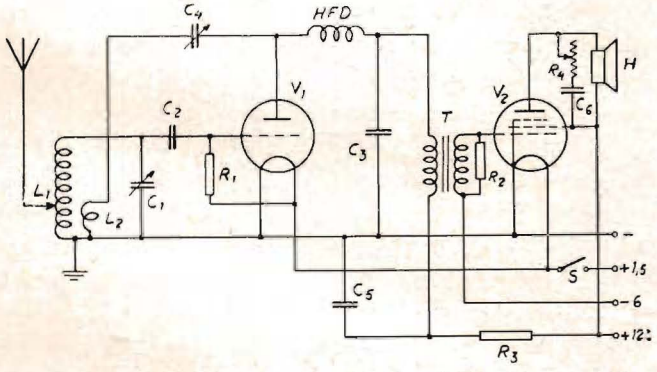
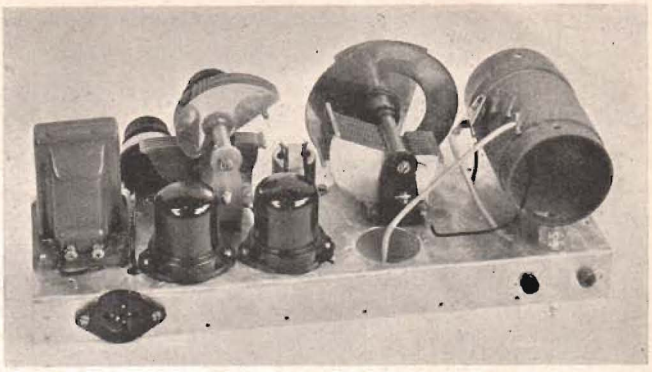


Fig. 4. 2-rörsmottagarens kopplingsschema. T: lågfrekvenstransformator, R_2: dämpmotstånd för förbättring av transformatorns frekvenskurva, R_4: klangfärgskontroll, H: högtalare, V_2: sluträr. (Övriga beteckningar se enrörsmottagaren.)

C_1=500 pF. C_2=100 pF. C_3=2 000 pF. C_4=300 pF. C_5=1 µF. C_6=20 000 pF. R_1=1 MΩ. R_2=0,1—0,3 MΩ. R_3=50 000 Ω. R_4=50 000 Ω.



2-rörsmottagaren sedd bakifrån. Till rörhållaren längst till vänster på chassiets nedböjda kant anslutas batterierna. Modellapparatens chassi har en storlek av 100×320 mm.

Med en kondensator på 100 pF i antennen, svarande mot en kortare antenn, blir signalstyrkan enligt kurvan för 100 pF i fig. 3. Här blir högsta signalstyrkan tydligen avsevärt mindre än i förra fallet. Dessutom fordras här flera antennvarv för maximal signalstyrka, ca 55 varv.

Största signalstyrkan får man genom att koppla antennen till spolen utan antennkondensator. Man kan säga att C nu är oändligt stor ($C=\infty$ i fig. 3). »Signalstyrkan» stiger upp till 0,12 mA vid 15 antennvarv. Tydligen fås i detta fall maximal signalstyrka med endast några få varv inkopplade i antennen. Kurvans topp kunde ej uppritas, emedan spolen ej hade något uttag under 15 varv. Vid mer än 35 varv i antennen är avstämningskondensatorns C_1 rotor helt urvriden ur statorn, så att resonans ej kan erhållas med lokalstationen.

Man kan också på samma sätt mäta huru stor inverkan återkopplingen har. Härvid blir anodströmsändringen ännu större, vilket visar att signalstyrkan ökar.

Den som gör efter dessa mätningar och inte får samma siffror och kurvor som de här återgivna, behöver därför ej tro att hans egna mätningar äro felaktiga. Det är så många faktorer, som inverka på mätningarna. Kondensa-

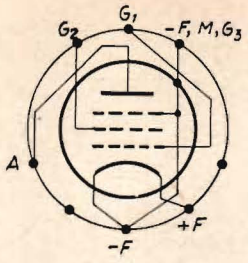


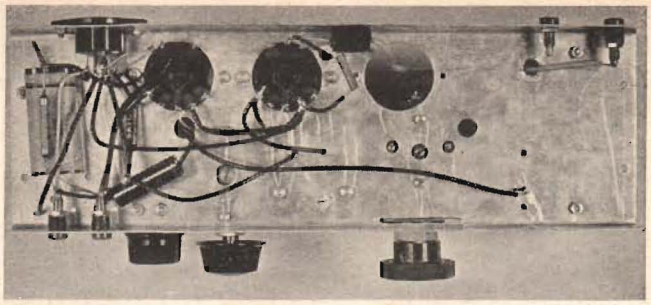
Fig. 5. Sockelkoppling för det använda pentodslutröret, Telefunken DL 11.

torns rotorplåtar kunna ha annan form och skalan annan gradering än på modellapparaten. Signalstyrkan kan bli större eller mindre beroende på avståndet till sändaren samt dennas effekt. Därför kan det vara intressant att göra jämförelser med de här i artikeln angivna resultaten. Man linjerar upp en tabell för mätningarna i enlighet med tabell II nedan. I första kolumnen antecknas antalet inkopplade antennvarv, i andra kolumnen anodströmmen utan signal samt i tredje anodströmmen med största signal. I fjärde antecknas skillnaden i mA utan och med signal, vilket blir ett mått på signalstyrkan. I en femte kolumn kan antecknas det gradtal på avstämningskondensatorns skala, där man får största signalstyrkan. Efter denna tabell kan man sedan rita upp diagram med ledning av fig. 2 och 3, som ge en klarare bild av mätningarna. Huru detta går till, kommer man snart underfund med genom att studera tabell I och II.

På avstämningsspolen har gjorts ett extra uttag vid 15 varv för att få ytterligare en mätpunkt. Detektorröret tillsammans med instrumentet i anodkretsen samt gallerkondensatorn och gallerläckan tjänstgör vid mätningarna som en rörvoltmeter med gallerlikriktning, med vilken man mäter signalspänningen över kondensatorn C_1.

IV. Tvårörsmottagare.

För att utöka 1-rörsmottagaren till en 2-rörs tillkommer ett rör, en lågfrekvenstransformator samt en del kopplingsdetaljer. Fig. 4 visar kopplingsschemat. Anodbatteriet bör ha en spänning på 90 eller ännu bättre 120 volt vid de här begagnade rören. Chassiets storlek blir beroende på de olika delarnas storlek. Som slutrör användes en pentod Telefunken DL 11 med glödspänning nominellt 1,2 volt, glödström 50 mA. Fig. 5 visar rörets sockelkoppling. Lågfrekvenstransformatorn kan ha ett omsättningstal av 1: 3 eller 1: 5. Elektromagnetisk eller elektrodynamisk högtalare kan användas till denna apparat i stället för hörtelefonen. Gallerförspänningen till slutröret uttages från anodbatteriet. Klangfärgskontrollen R_4 är en vanlig potentiometer på 50 000 ohm. Den inkopplas som en reostat i serie med C_6. Om inte potentiometern har isolerad axel, måste man på något sätt ordna så att den blir isolerad från chassiet. Vill man utesluta klangfärgskontrollen, inkopplas en fast kondensator på ca 5 000 pF i stället för C_6 och R_4. Lämpligaste värdet kan lätt utprovas.



Modellapparaten sedd underifrån.

När apparaten är utökad till en 2-rörs och kopplingen är färdig, gör man samma prov som vid 1-rörs, vad det gäller glödströmmen. Därefter isättas rören. Batterierna, antenn, jord och högtalare inkopplas. Gallerförspänningen till slutröret, —6 volt, uttages från anodbatteriet på så sätt att denna sladd anslutes till anodbatteriets minus. Apparatens chassi, »—» enligt schemat, anslutes till det uttag på anodbatteriet, som är märkt med +6 volt.

Nästa gång kommer mätningar på 2-rörsapparaten samt utbyggnad till 3-rörs.

Tabell I.

Antal antennvarv	Gradtal på C_1 för resonans
15	55
25	52
35	45
50	30
70	0

Tabell II.

Antal antennvarv	Anodström mA utan signal	Anodström mA med signal	Anodströms-ändring mA
15	0,45	0,43	0,02
25	0,45	0,40	0,05
35	0,45	0,38	0,07
50	0,45	0,37	0,08
70	0,45	0,39	0,06

MATERIELLISTA *till 2-rörsmottagare.*

1 spolrör, 60 mm diameter, 100 mm långt.
18 m 0,7 mm dubbelt bomullsomspunnen koppartråd.
1 variabel kondensator med fininställning, 500 pF.
1 variabel kondensator, 300 pF.
1 fast kondensator, 100 pF.
1 fast kondensator, 2 000 pF.
1 fast kondensator, 20 000 pF.
1 fast kondensator, 1 µF, 500 V=.
1 stavmotstånd, 50 000 Ω.
1 stavmotstånd, 0,2 MΩ.
1 stavmotstånd, 1 MΩ.
1 lågfrekvenstransformator, omsättningstal 1: 3 eller 1: 5.
1 potentiometer, 50 000 Ω, logaritmisk.
1 högtalare (ev. hörtelefon).
1 glödströmselement, 1,5 V (ringledningselement).
1 anodbatteri, 90 eller helst 120 V, standardkapacitet.
2 rörhållare för DC 11 och DL 11.
1 rör Telefunken DC 11.
1 rör Telefunken DL 11.
Diverse skruv, kopplingstråd, svstoflex, skruvar, kontakthylsor, anodproppar m. m.

För servismän och amatörer

Något om användningen av katodstråleoscillograf

Av studerande Lennart Bjurström

Katodstråleoscillografen är ett synnerligen värdefullt hjälpmedel vid undersökningar av distorsion, brum m. m. i lågfrekvensförstärkare. Här nedan följa några anvisningar, huvudsakligen hämtade ur en publikation »Cathode-Ray Testing and Analysis», utgiven av den amerikanska firman *Clough-Brengle CO.*

Distorsion i lågfrekvensförstärkare.

Förstärkarutgången anslutes till de »vertikala» ingångsklämmorna på oscillografen, och kippfrekvensen justeras till exempelvis halva frekvensen hos den signal, som matas in på förstärkaren, varvid t. ex. någon av kurvorna A—C i fig. 1 erhålles, då distorsion förefinnes. Kurvorna visa några av de vanligaste distorsionsformerna, då en ren sinusvåg matas in på förstärkaren.

Kurvan A visar distorsionen i en förstärkare med ett slutrör, vars gallerförspänning har ett felaktigt värde. Vågen är som synes sinusformad i den undre halvperioden men förkrympt eller tillplattad i den övre halvperioden. Man bör alltid prova med att koppla loss oscillografen från slutsteget och ansluta densamma till föregående stegs anodkrets, för att undersöka om felet möjligen finnes i ett tidigare steg än slutsteget. Dock finnes härvid risk för att oscillografens ingångsimpedans ej är tillräckligt hög, i vilket fall rörets arbetsförhållanden ändras.

En distorsion av denna typ förorsakas antingen därigenom att den negativa gallerförspänningen är för låg, varigenom gallerström kommer att flyta under en del av den positiva halvperioden, eller också därigenom att gallerförspänningen är för hög, varvid anodströmmen går ned till noll under en del av den negativa halvperioden. En justering av gallerförspänningen åt det ena eller andra hållet kommer att visa felet. Om ren sinusform ändå ej skulle erhållas, kan detta bero på att den på förstärkaren inmatade spänningen är för hög.

Kurvan B visar en tillplattning av både den positiva och negativa halvperioden. Detta slags distorsion är karakteristisk för ett push-pull-steg. Distorsionen förorsakas här av att vardera röret i push-pull-steget drar gallerström under en del av den positiva halvperioden. Samma distorsion uppstår i ett klass B-steg, som matas av ett otillräckligt dimensionerat nätaggregat.

I största allmänhet kan sägas, att distorsion som uppstår på ena halvperioden visar fel i ett enkelt steg, medan distorsion som uppstår symmetriskt på bägge halvperioderna visar fel i ett push-pull-steg.

Kurvan C visar en annan form av distorsion, som kan uppstå vid förstärkare av klass B- eller klass AB-typ, när gallerförspänningen är för stor eller i vissa fall vid full utstyrning antar ett för högt värde. Här måste alltså en justering av gallerförspänningen företagas.

Undersökning av nätbrum.

Med katodstråloscillografen kan även brumundersökningar företagas. Dock användes nu yttre synkronisering genom en spänning, som på lämpligt sätt uttages från växelströmsnätet. Oscillografen anslutes först till det 50-periodiga belysningsnätet, t. ex. genom en ringledningstransformator, och kippfrekvensen injusteras, så att en stillastående bild av en helperiod (en positiv och en negativ halvperiod) erhålles. Därefter anslutes oscillografen till förstärkarens slutsteg, utan att kippfrekvensinställningen rubbas. Ingen spänning skall inmatas på förstärkaringången. Erhålles nu *två* helperioder (100-periodigt brum), beror brumningen på en otillräckligt filtrerad helvågslikriktare, medan *en* helperiod däremot anger en otillräckligt filtrerad halvvågs-likriktare.

Mätningar, utförda med oscillografen ansluten över filterkondensatorerna i likriktaren, kunna ge värdefulla upplysningar. Är icke någon kondensator inbyggd i oscillografens ingångskrets, seriekopplas densamma med en kondensator på ca 0,5 μF, provspänning 1 500 V, för att utestänga likspänningen.

Ofta händer det att vid push-pull-förstärkare, där obetydligt med brum förefinnes i vila, det uppstår ett betydligt kraftigare brum när en signal påtryckes förstärkaren. Vid musik eller tal varierar förekomsten av detta brum för mycket för att kunna identifieras som sådant, men det förorsakar i många fall en förvrängd återgivning.

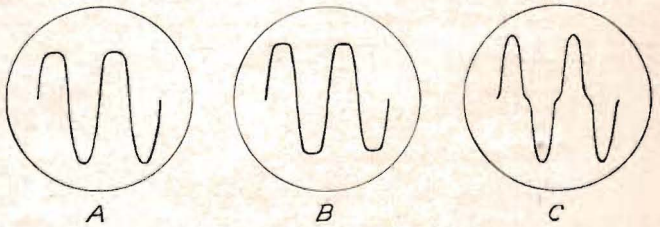


Fig. 1. Exempel på olika slag av distorsion, som kan uppkomma i lågfrekvensförstärkare. Figurerna visa utseendet av bilden på oscillografens skärm.

Känd 50-åring

Torsten Thorén

50 år fyller inom kort tjänstemannen i Svenska A.-B. Trådlös Telegrafi, Torsten Thorén, ett av de kända namnen inom landets radiokretsar. Vi ha passat på att få en liten intervju med den ungdomlige 50-åringen, som varit med i branschen praktiskt taget sedan tillverkning av kommersiell radio startades här i landet eller från 1915, då AEG tillverkade gniststationer enl. system Telefunken. På den tiden hade man inga elektronrör, utan de stora kommersiella radiostationerna voro utrustade med blyglansdetektorer. Detta var under förra kriget, då liksom nu materialsvårigheter gjorde sig gällande. Så t. ex. visade det sig omöjligt att erhålla den för gniststräckorna i sändarna erforderliga precisionsglimmern. Man ersatte då denna med oljekokad presspan, som emellertid lätt blev genomslagen, vilket gav upphov till stora besvärligheter. För övrigt anser herr Thorén att arbetet inom radiobranschen varit mycket intressant, särskilt på grund av den snabba utvecklingen.

Många lustiga episoder från radions tidigare år kan herr Thorén förtälja. Vid ett tillfälle var dåvarande dr Schröter här uppe tillsammans med greve Arco för att hålla ett föredrag om television i Teknologföreningen. Den ordinarie balloptikonskötaren hade plötsligt insjuknat, och herr Thorén fick i uppdrag att klara biffen. Tydliga instruktioner för alla knapparna skulle finnas i maskinrummet. Därmed var det dock dåligt beställt, och när man kommit så långt att ljuset i föreläsningssalen skulle släckas, återstod ej annat än att kvickt trycka på alla knapparna i tur och ordning, tills den rätta blev funnen. Sagt och gjort: första knappen — skrik och klirr av krossat porslin från matsalen. Det blev mörkläggningsövning för hela etablissemanget. Först vid sista knappen kom det efterlängtade mörkret i föreläsningssalen — det fanns ganska många knappar i maskinrummet.

Herr Thorén har som hobbies fiske och trädgårdsskötsel på sitt ägandes lantställe i Norrviken, dit säkerligen hans många vänner komma att söka sig på högtidsdagen.

*

Värmlänningen Torsten Thorén är född den 21/8 1892. Anställdes 1915 efter studier vid Karlstads Högre Allmänna Läroverk och Pålmans Handelsgymnasium hos AEG i Stockholm, på avdelningen för radiotelegrafi. När dess dotterbolag Svenska A.-B. Trådlös Telegrafi även upptog fabrikation och försäljning av rundradiomateriel, överflyttades T. år 1923 till detta bolags rundradioavdelning, där han sedan dess är verksam.

L I T T E R A T U R

Ackumulatordrivna småmotorer för elcyklar, elbåtar etc., utgiven av Ingenjörsfirman Lindberg & Co., Förlagsavdelningen, Stockholm 1942, 104 sidor, 37 illustrationer, häftad kr. 4: —.

Avsikten med denna handbok är enligt förordet att »ge elcykelbyggare och annat händigt folk en handledning, efter vilken de själva kunna omlinda eller på andra sätt omändra begagnade bilgeneratorer eller småmotorer till effektiva och strömbesparande motorer för elcyklar, små elbilar eller andra ändamål.»

Boken inledes med praktiska råd för inköp av generator samt ombyggnad av densamma till motor. Därefter följa grunddragen för beräkning av en liten elmotor. Ett par beräkningsexempel för en Bosch- och en Ford-generator underlätta förståelsen. Vidare lämnas anvisningar för laddning av ackumulatorer samt för tillverkning av en laddningslikriktare. Boken avslutas med ett avsnitt om elektricitetslärans och elektromaskinlärans viktigaste lagar samt en trådtabell.

Textens saklighet kunna vi ej bedöma, då vi ej äro fackmän i fråga om motorer, men boken är lättfattligt skriven och torde vara av stort intresse just för händigt folk, som behöver vägledning på ifrågavarande område.

Samma förlag har tidigare utgivit en handledning: »*Elcykeln som Ni själv kan förfärdiga*», nu ute i 2:a uppl., 1941, 15 sidor, 12 illustrationer, häftad kr. 5: 25, utgörande en »fullständig handledning i elektrifiering av cyklar och lättviktsmotorcyklar». Däri beskrives bl. a. en typ, där ackumulatorn är placerad i en specialbyggd släpvagn.

REDAKTÖRENS BREVLÅDA

Publicering under denna rubrik behöver icke betyda, att redaktionen delar de av insändaren företrädda åsikterna.

Från en av redaktionen känd radiotekniker i Göteborg ha vi mottagit följande:

Herr Redaktör!

Med anledning av en artikel i nr 17 av Röster i Radio, betitlad »Hittar ni till Hsin-King per kortvåg», tager jag mig friheten översända dessa rader i och för publicering i Eder v. tidning. Jag har icke tidigare observerat ifrågavarande artikel, trots att jag regelbundet studerar tidningen från pärm till pärm, men blev uppmärksamgjord på densamma vid en diskussion i Göteborgs Radiotekniska Förening. I början av artikeln förekommer en »upplysning» om att centralantenner äro odugliga på kortvåg(?). Det är icke med verkligheten fullt överensstämmande, enär det finns centralantenner som äro fullt prima för ändamålet. För att icke göra författaren »ledsen» över att bara Göteborg är lyckliggjort med centralantenner för kortvåg, kan undertecknad meddela att även i Stockholm på Brantinggatan 24 i Gärdesstaden finns en dylik, som fungerar till full belåtenhet. (Anläggningen är utförd av en göteborgsfirma.)

Eljest vill jag hålla med förf. om, att centralantenner inte bara äro odugliga på kortvåg, utan även på mellan- och långvåg. Men det beror inte på antennen eller materielen utan på dem, som utfört anläggningarna. Undertecknad har utfört över 150-talet centralantenner av olika fabrikat här i Göteborg med omnejd, så erfarenhet saknas icke. Snälla förf., racka inte ned på centralantennerna, de äro, rätt utförda, utmärkta i alla avseenden, både estetiska och praktiska.

Vi ha här i Göteborg under senaste tiden blivit berikade med ett par herrar, som sätta upp antenner efter metoder, som nästan tangera det kriminella. Ett lämpligt »offer» ringes upp och utsättes för en svada, som upplyser om att de äro »inspektörer» (gärna med inblandning av Radiotjänst) och utlova en extra fin 7 meters stavantenn, »garanterat störningsfri», till ett pris av 35 kronor. Många ha nappat på den grova kroken, så herrarna ha fullt upp att göra. Undertecknad, som blivit anmodad att besiktiga en dylik antenn, skall här lämna en beskrivning av densamma.

Antennen bestod av en ca 2 meter lång rundstav, 1 1/2". I toppen av densamma var fastsurrat ett ca 1,25 meter långt, galv. 3/8" rundjärn, bristfälligt isolerat med två bitar gummislang. Från denna »perfekta» antenn var draget 2 st. nedledningar (icke lödda eller skruvade fast) till två olika hyresgäster, som bibringades den uppfattningen, att de hade var sin utmärkta 7 meters stavantenn. De 7 meterna berodde på att störningsområdet i fastigheten låg på 3 meters höjd (enl. herrarna). Varefter 35 kronor per skaft inkasserades. Sorgligt men sant! Herrarna ifråga ha enl. upplysningar anlänt från Stockholm och äro tydligen prima experter. Materialkostnaden beräknas med arbetstid till högst 15 kronor efter 3 kronor per timme.

»*Antenn-Anders*».

De inbundna årgångarna

av Populär Radio utgöra ett värdefullt uppslagsverk. Komplettera i tid Edra årgångar! Se annons på omslagets andra sida!

Resonans vid högfrekvens (långvåg)

Av ingenjör Uno Johansson

I texten till föregående nomogram framhölls, att elektriska svängningar i en krets, bestående av en spole och en kondensator, innebär uppträdandet av en växelspänning och en växelström. Kretsen säges befinna sig i resonans för en viss frekvens, när dess induktiva och kapacitiva reaktans äro lika stora vid frekvensen ifråga. Sambandet mellan frekvens, induktans och kapacitet framgår av formeln $f = 1/2\pi\sqrt{L \cdot C}$, där f = frekvensen i p/s, L = induktansen i henry och C = kapaciteten i farad.

Föregående nomogram gällde för elektriska svängningar med frekvensvärden mellan 10—10 000 p/s. Dessa gå i radiotekniken under begreppet lågfrekvens eller tonfrekvens, och med lämpliga elektromekaniska apparater, t. ex. högtalare, kunna de omvandlas till luftsvängningar av ljudfrekvens. Omvänt kunna luftsvängningar omvandlas till elektriska svängningar, vilket sker i mikrofonen. Det mänskliga örat reagerar icke för luftsvängningar över 20 000 p/s.

Elektriska svängningar av högre frekvens komma till användning vid radiokommunikation. Signalöverföring sker med tillhjälp av elektromagnetiska vågor, som inte är något annat än en kombination av elektriska och magnetiska växelfält, alstrade av elektriska svängningar med hög frekvens i en ledare, sändarantennen.

Enheten *period per sekund* benämnes även *cykel per sekund* (c/s) eller *hertz* (Hz). Man säger således kilocykler per sekund (kc/s) eller kilohertz (kHz) för att beteckna tusentalet hela svängningar per sekund, men även benämningen kiloperioder per sekund förekommer. När det gäller radiering av elektromagnetiska vågor användes ofta begreppet våglängd i stället för frekvens. Elektromagnetiska vågor fortplanta sig i etern med en hastighet av 300 000 000 meter per sekund, och ifall frekvensen är känd, kan våglängden beräknas ur formeln $\lambda = 300\,000\,000/f$, där λ = våglängden i meter (m) och f = frekvensen i p/s. Med utgångspunkt från etervågens längd ter sig sålunda resonansformeln: $\lambda = 300\,000\,000 \cdot 2\pi\sqrt{L \cdot C}$, där L och C äro uttryckta i henry och farad.

Ur omstående nomogram nr 7 beräknas speciellt storheter i svängningskretsar, avstämda för vad som i rundradiotekniken går under begreppet långvåg, dvs. 700—2 000 m. Induktansen är vanligen fast inställd (frånsett eventuell induktanstrimmer), och kapaciteten i kretsen varieras från omkring 50 pF (minimikapacitet) till 500—600 pF (maximikapacitet). Hur våglängden varierar vid olika inställning av kapaciteten framgår tydligt av nomogrammet, om linjalen hålles fast på induktansvärdet och successivt vrides längs skalan för kapacitet.

Våglängdsskalans motsatta hälft anger motsvarande frekvens i kc/s. Sistnämnda skala täcker även samtliga i superheterodynmottagare brukliga mellanfrekvenser, och nomogrammet kan således användas vid beräkning av mellanfrekvenskretsar.

Tillämpningsexempel.

1) En fast avstämd lokalspärr (vågfälla) skall tillverkas för Motala-sändaren, som arbetar på en frekvens av 216 kc/s (1 389 m våglängd). Den tillgängliga spolen har en induktans av 2,7 mH. Kondensatorns kapacitet efterfrågas och nomogrammet ger 200 pF, vilket då även innefattar spolens lindningskapacitet. En reglerbar kondensator om 200 pF maximikapacitet räcker sålunda.

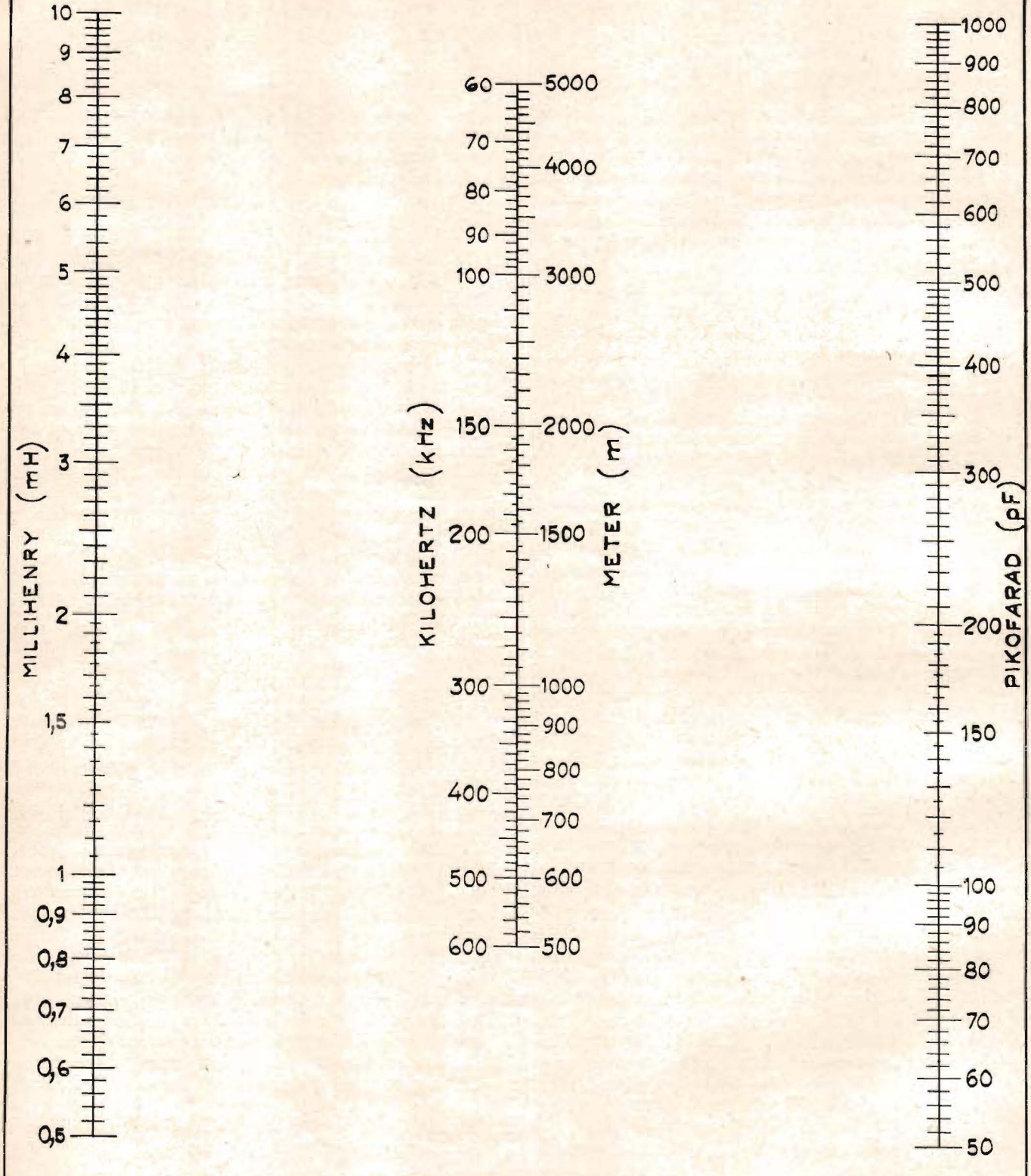
2) En mellanfrekvensspole med inställbar järnpulverkärna (induktanstrimmer) är shuntad med en fast kondensator på 100 pF. Ledningskapaciteter m. m. uppskattas till 30 pF. Hur stor är spolens induktans, när kretsen är avstämd för en mellanfrekvens av 465 kc/s? Svar: 0,9 mH.

3) Långvågsspolen i en mottagares förkrets har en induktans av 1,9 mH. Gangkondensatorns förkretssektion har en maximikapacitet av 550 pF och en nollkapacitet av 40 pF. Enär ledningskapaciteter m. m. uppgå till 30 pF kan den totala kapaciteten varieras inom gränserna 580—70 pF. Vilket våglängdsband täckes av förkretsen? Svar: 1 980—690 m.

Q-metern.

I laboratorier och större verkstäder användes Q-meter för mätning av detaljer eller enheter vid högfrekvens. Instrumentet äger en mångfald användningsmöjligheter. Såväl spolar och kondensatorer som resistanser (ohmska motstånd) och kompletta kretsar kunna undersökas med hjälp av Q-metern, vilken i princip arbetar på följande sätt. Strömmen från en högfrekvensoscillator, inställd på lämplig frekvens, genomflyter en resistans av storleksordningen 0,05 Ω. Med hjälp av en mA-meter med termokors inregleras spänningen över motståndet till ett känt värde. Denna spänning tillföres nu en svängningskrets, i vilken den detalj, som skall mätas, ingår. Till kretsen hör en variabel lågförlustkondensator, inbyggd i instrumentet och graderad i pF. Med denna kondensator avstämmes den totala mätkretsen för den inställda frekvensen. En rörvoltmeter mäter spänningen över kondensatorn. Vid resonans gör rörvoltmetern ett visst maximalt utslag, vars siffervärde ger ett mått på den uppmätta kretsens godhet eller Q-värde.

I nästföljande nr skall antydas hur förlusterna beräknas vid mätningar på svängningskretsar.



RESONANS VID HÖGFREKVENS
LÅNGVÅG

POPULÄR RADIO

NOMOGRAM NR 7

Rörvoltmeter för lik- och växelström

På grund av avspärrningen har det visat sig svårt att i marknaden erhålla det amerikanska röret 7N7, som var använt i den i aprilnumret beskrivna rörvoltmetern. Detta rör kan emellertid ersättas med typen 6F8G, som har samma data. Vardera systemet i denna dubbeltriod är identiskt med 6J5G, varför två exemplar av den sistnämnda typen kunna användas i stället, men utrymmesbehovet blir då större.

Valet av likriktarrör är mindre kritiskt. Huvudsaken är att man vid den färdiga apparaten får 300 V över filterkondensatorn C_3, samt att man vid beställning av transformatorn tillser att man får en till det begagnade likriktarröret passande glödströmslindning.

Morselektioner på kortvåg

Den rundradiomässiga utsändning av lektioner i morsetelegrafering, som tidigare skett från IV. arméfördelningens radiostation, kommer i fortsättningen att ske från S 1 depå i Stockholm under tiden 23/7—19/8. Anropet är »Signalregementets Radio i Stockholm (S 1 radio)».

Det har visat sig att dessa utsändningar i allmänhet kunna mottagas över hela landet. Önskvärt är att erfarenheter, som under avlyssning av dessa fortsatta provutsändningar göras av enskilda eller vid utbildningsavdelningarna, meddelas till Signalregementets radio, postadress: Stockholm 6.

Sändningarna ske på en frekvens av 3857 kc/s (våglängd 77,8 m) alla dagar utom lördag och söndag och på följande tider:

Avd. 1:	Kl. 7.45— 8.40	För nybörjare: bokstäver o. siffror
Avd. 2:	Kl. 8.40— 9.35	Trafik- o. skiljetecken
Avd. 3:	Kl. 9.35—11.00	Alla tecken, märkesprov

Varje avdelning börjar och slutar med en musikskiva.

Texthäften till »Rundradiokurs i Morsetelegrafering» kunna rekvireras från NKI-skolan, S:t Eriksgatan 33, Stockholm, till ett pris av 2 kronor för militära förband och 3 kronor för civila lyssnare.

FRÅGESPALTEN

Tekniska frågor kunna ej besvaras brevledes. Frågor av mera allmänt intresse kunna insändas till Populär Radio, Postbox 450, Stockholm, och besvaras i mån av utrymme här nedan. Kuvertet märkes "Frågespalten".

Experimentator. Har ett vridspoleinstrument som jag begagnar vid mätningar. Instrumentet är på något sätt trögt, så att visaren ej reagerar för en mycket liten ändring i strömmen, när den förra en gång har kommit i vila. Först vid en större strömändring rör sig visaren. Detta måste ju resultera i en viss felvisning. Vad är att göra häråt?

Svar: Det enklaste är att vid avläsning lätt slå med ett finger upprepade gånger ovanpå instrumentet, tills visaren ej längre rör sig. Genom den lätta skakningen övervinnes friktionen i lagren, och visaren förflyttar sig till det ställe på skalan, som svarar mot den genomgående strömmen. I synnerhet vid känsligare instrument kan det angivna förfaringssättet vara motiverat. Om det däremot gäller grövre fel på instrumentet, bör detta överlämnas till en specialverkstad för reparation.

E. J., Västkusten. Kan man begagna koppar eller mässing som material i radiochassier? Har funnit att kadmierat järn angripes, då det användes till båtradio.

Svar: Om man bortser från den mekaniska stabiliteten, är koppar och mässing bättre som chassimaterial än järn, ty de båda förstnämnda metallerna ha bättre elektrisk ledningsförmåga. Mässingsplåt är väl att föredraga på grund av den större styvheten.

E. A., Katslösa, Gentofta. Innehar en hembyggd apparat med följande rör: AF3 (högfrekvens), AF7 (detektor), AL4 (slutrör). Blir det någon vinst med att insätta ett ABC 1 som lågfrekvensförstärkare mellan detektorn och slutröret? En av dioderna skulle användas för automatisk volymkontroll på hf-röret. Den manuella volymkontrollen skulle sitta mellan detektorn och 1:a lf-röret. En lokal-distansomkopplare, som inkopplar olika stora motstånd i hf-rörets katodledning, skulle förhindra överbelastning av detektorn. Kan den här skisserade omändringen bli bra, eller är det bättre att ha apparaten sådan den är?

Svar: Ett lf-rör mellan detektorn och slutröret ger otvivelaktigt mottagaren något högre känslighet än förut, men frågan är om selektiviteten fortfarande blir tillräcklig vid denna högre känslighetsgrad. Egentligen borde även något göras åt selektiviteten, samtidigt som känsligheten göres större. Men detta är beroende av omständigheterna.

Automatisk volymkontroll vid endast ett hf-steg kan ej bli effektiv, ehuru man med specialkopplingar (förstärkning av högfrekvensen i den gallerlikriktande detektorn, sedan in på AVK-dioden) kan uppnå en viss verkan. Endast vid en superheterodyn, där man har stor förstärkning av högfrekvensen i mf-förstärkaren samt reglerar på minst två rör, kan en effektiv regleringsverkan hos AVK:n erhållas Manuell volymreglering i Edert fall genom utnyttjande av den variabla brantheten hos AF3 synes vara mest ändamålsenlig.

Servisman. Har gjort experiment med distorsionsmätningar på motståndskopplade rör med hjälp av oscillograf. Om jag begagnar för stor negativ gallerförspänning, så blir ju den negativa halvperioden avtrubbad, beroende på att anodströmmen tar slut. När jag kopplar in oscillografen med förstärkning, blir mycket riktigt den negativa halvperioden (den som kommer nedåt på skärmen) avtrubbad, men då jag kopplar ur det i oscillografen inbyggda förstärkarröret, så blir i stället den positiva halvperioden (den som kommer uppåt på skärmen) avtrubbad. Hur skall detta förklaras?

Svar: Eder uppfattning att den positiva halvperioden alltid skall komma uppåt på oscillografskärmen och den negativa nedåt är ej korrekt. I ett motståndskopplat förstärkarrör fås 180° fasskillnad mellan växelspänningarna på galler och anod. Detta betyder att man får rakt motsatt fas på anoden mot på gallret, dvs. bilden på oscillografskärmen vändes upp och ned, ifall man kopplar ur ett förut inkopplat förstärkarrör i oscillografen. Varje inkopplat förstärkarrör ger alltså en fasvridning av 180°. Om vågen på skärmen förut hade den positiva halvperioden uppåt, så kommer denna nu i stället nedåt.

Kortvågsmottagare, Strängnäs. I ett schema med rören EF9 och EF6 är bromsgallret förenat med katoden genom en båge inuti röret. Om jag nu i stället använder rören 6K7G och 6J7G, betyder då detta att jag på dessa rör skall koppla ihop bromsgallret med katoden, om rören skola användas i samma schema, ty i sockelkopplingen över dessa rör finns ingen båge ritad mellan de ifrågavarande elektroderna? På sockelkopplingen över 6V6G däremot är bromsgallret förbundet med katoden.

Svar: Vid de ifrågavarande amerikanska rören skall bromsgallret i detta fall medelst en yttre ledning förenas med katoden. I själva verket gäller detta även vid EF9 och EF6, ty även dessa rör sakna inre förbindelse mellan bromsgaller och katod, ehuru schemat över den av Eder åberopade mottagaren var så ritat, att en sådan inre förbindelse syntes existera. För att få säkra uppgifter i sådana fall måste man gå till rörkatalogernas sockelkopplingar, ehuru även apparatschemor rätteligen böra ritas på sådant sätt, att rörens inre kopplingar tydligt kunna skiljas från de yttre. I fallet 6V6G finns en inre förbindning, vilket ju tydligt framgår av sockelkopplingen i rörlistan.

A. C., Stockholm. Har byggt mig en allströmsförstärkare för grammofon med rören EBC 11, EBC 11, 2×CL6, de sistnämnda i push-pull. Den går mycket bra, men på växelström blir det ett kraftigt brum i högtalaren. Jag har skärmat ledningen från ingångspotentiometern *P* till första rörets styrgaller. Gallret är väl den känsligaste punkten? Vad är orsaken till brummet?

Svar: Av Eder skiss att döma är ledningen från ingångsklämman *a* till potentiometern icke skärmad. (Se fig. 1.) Det är lika viktigt att skärma denna ledning som den, vilken från potentiometerns glidkontakt leder till gallret. Störningskänsligheten hos en ledning är nämligen beroende — förutom av ledningens längd — av ledningens impedans till jord, och denna är tydligen lika stor för båda ledningarna, då potentiometern är fullt påvriden, ty ledningarna stå därvid i direkt förbindelse med varandra. Även ledningen från nål-

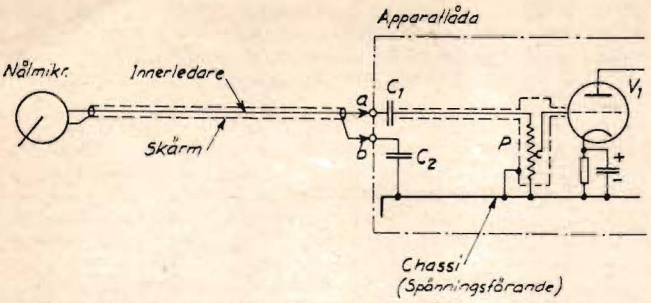


Fig. 1. Anslutning av nålmikrofon (pick-up) till allströmsförstärkare. Kondensatorerna C_1 och C_2 få ur säkerhetssynpunkt vara på högst 6 000 pF.

mikrofonen (pick-up'en) till ingångsklämman *a* måste av samma orsak vara skärmad. Fig. 1 visar hela anordningen.

Kondensatorerna C_1 och C_2 få ur säkerhetssynpunkt ej vara större än 6 000 pF. Provspänningen skall vara 3 000 V~. Gäller det en ren likströmsapparat, där således anslutning till växelströmsnät aldrig kan komma i fråga, kunna dessa kondensatorer dock ha upp till 0,1 µF kapacitet. Apparatlådan måste vara så utförd, att inga spänningsförande delar, t. ex. chassiet, kunna åtkommas. Om potentiometern *P* är försedd med metallhölje, bör även detta jordas till chassiet. Observera att skärmen på den yttre ledningen från nålmikrofonen till förstärkaren ej får anslutas direkt till chassiet. Kondensatorn C_2 måste mellankopplas.

Om nålmikrofonen ger mycket låg spänning, kan det bli nödvändigt att begagna en skärmad transformator i stället för kondensatorer, för att man skall komma ifrån nätstörningen. (Se S. Dahlstedt: Allströmsförstärkare, Populär Radio nr 2, 1940.) Vid anordningen enl. fig. 1 har värdet på potentiometern *P* en viss betydelse. Ett lägre värde ger mindre störning, men går man för långt i denna riktning, får man kraftig dämpning i basregistret.

T. S., Linköping. 1) För vilken frekvens gälla impedansuppgifterna över utgångstransformatorer och högtalare i firmakataloger, och varför just för den frekvensen? 2) Vad är »Plate resistance» i amerikanska rörkataloger? 3) Vad är »Mutual conductance»?

Svar: 1) Uppgifterna över högtalarimpedansen bruka gälla en frekvens mellan 400 och 1 000 Hz, olika i olika fall. Rätteligen bör i katalogen vara angivet, vilken frekvens som avses. Detta är den frekvens, vid vilken anpassning sker mellan slutrör och högtalare och vid vilken man sålunda får maximal distortionsfri effekt. Den bör ligga någonstans mitt i det återgivna frekvensområdet, varvid är att märka att detta mätes i logaritmisk skala. (Sträckorna 10—100, 100—1 000 och 1 000—10 000 Hz bli alltså lika långa på skalan.) 2) »Plate resistance» är inre motståndet hos röret eller, modernare uttryckt, inre resistansen. 3) »Mutual conductance» är brantheten, uttryckt i µA/V (»µmhos») i stället för mA/V. Röret 6J5 har t. ex. en branthet av 2 600 µmhos, vilket dividerat med 1 000 ger en branthet av 2,6 mA/V. Se f. ö. Populär Radio nr 4, 1941, sid. 82, första frågan. (Ett ombrytningsfel har här insmugit sig; svaret skall lyda: »Den internationellt antagna enheten för konduktans heter 'siemens' och är uppkallad . . .».)

»*Skåne*». 1) Vad är orsaken till ett kraftigt smattrande ljud mellan de olika stationerna (påminner om en högfrekvensapparat)? Rätt inställd station hörs utan minsta störningar.

2) Hur kunna vissa stationer »försvinna» av sig själva, då andra stationer komma in som förut?

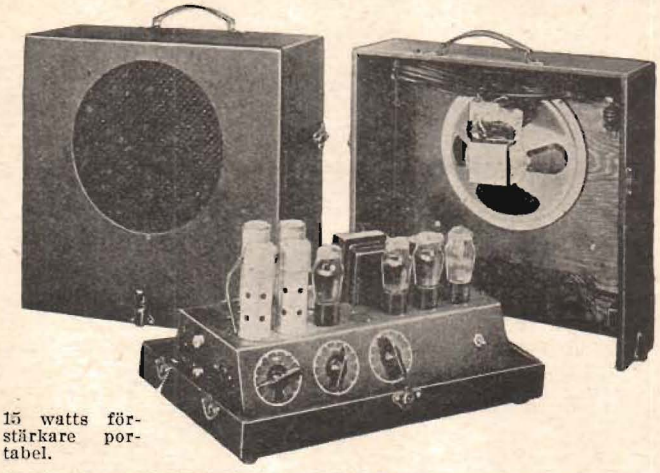
Svar: 1) Eder mottagare är utrustad med s. k. automatisk volymkontroll (A.V.K.). Denna verkar så, att den reglerar mottagarens förstärkningsgrad efter styrkan hos den inkommande signalen. En stark signal, kommande från en stark utländsk station eller ev. från en närbelägen lokalsändare, pressar sålunda automatiskt ned förstärkningen i mottagaren, under det att en svag signal låter mottagaren arbeta med full eller nästan full förstärkning. Resultatet blir, att både den starka och den svaga stationen återges med ungefär samma ljudstyrka i högtalaren, nota bene om A.V.K:n är någorlunda effektiv.

Om det förekommer radiostörningar på mottagningsplatsen, så göra sig dessa starkt gällande i högtalaren, så snart mottagaren ej är inställd på en station, ty mottagaren har då full förstärkning. Då Ni nu ställer in en station, som ej är alltför svag, pressar signalen från denna ned förstärkningen, varvid radiostörningarna förstärkas mindre och kanske ej alls uppfattas i högtalaren. Om Ni försöker ta in en svag station, skall Ni nog märka att störningarna finnas kvar.

2) Att vissa stationer försvinna för att efter en längre eller kortare stund återkomma beror på s. k. »fading». (Se svar till I. P—n, Stockholm, i nr 9/41, sid. 206). På kortvåg förekommer att stationer på vissa våglängder försvinna under viss del av året, för att senare återkomma. I stället blir mottagningen bättre på andra våglängder. De gynnsammaste våglängderna för mottagning växla alltså med årstiden. Mottagningsförhållandena på kortvåg växla dessutom med en periodicitet om 11 år, ett fenomen, som har med solfläckarna att göra.

»*Kortvåg*». Har byggt den i Populär Radio nr 12, 1937 beskrivna »Modern amatörsuper». Har dock endast 200 V anodspänning i stället för 250 V. Får ej oscillatorn att svänga på det lägsta våglängdsområdet, 8—16 m. Vilken ändring bör göras för att råda bot på detta?

Svar: Oscillatorrörets 6D6 skärmgallerspänning bör höjas, vilket sker genom reducering av motståndet 44 från 50 000 till 30 000 ohm. För övrigt bör gallerkondensatorn 49 samt skärmgallerkondensatorn 46 vara av god kvalitet, alltså keramiska eller glimmerkondensatorer, ej pappersisolerade kondensatorer. Eftersom både rör II och III äro av typen 6D6, bör Ni prova, vilket av de båda exemplaren som går bäst såsom oscillator.



15 watts förstärkare portabel.

TRIUMPH-förstärkare

Kvalitet in i minsta detalj.
Kraftigt överdimensionerade.
Rak frekvenskurva mellan 50—10 000 per.
Levereras i följ. storlekar 10, 15, 25—30 watt.
Portabla modeller i elegant väska.
Begär offert. Samtliga modeller S-märkta.

Kristall och dynamiska mikrofoner i största sortering.
Mikrofonstativ. Kristallpick-ups.

TRIUMPH-RADIO

VÄSTMANNAGATAN 44 STOCKHOLM
Telefon 3100 25 (växel)

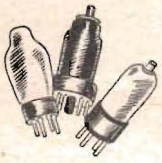
Stor sortering!
Låga priser!

HAR NI VÅR 1942 ÅRS KATALOG?

I annat fall insänd nedanstående kupong och katalogen tillsändes

EDER GRATIS OCH FRANKO

RADIORÖR



i stor sortering. KEN-RAD, amerikanska rör samt PHILIPS, TELEFUNKEN och TUNGSRAM europeiska rör samt alla slags specialrör.

ELEKTROLYTKONDENSATORER

av världsbekanta fabrikat. Torra och våta i aluminiumbägare samt runda och rektangulära kartongbägare. Provspänningar från 10—500 volt.

POTENTIOMETRAR, MOTSTÅND

samt PAPPERSKONDENSATORER av SATORS välbekanta fabrikat. STOR SORTERING av alla kapaciteter och motståndsvärden.

TRANSFORMATORER och DROSSLAR

för alla ändamål. NÄTTRANSFORMATORER och utgångstransformatorer samt Drosslar i olika utföranden. Även specialtyper tillverkas.

HÖGTALARE

från 5"—12" diam. Elektrodynamiska och permanentdynamiska för mottagare och förstärkareanläggningar. Levereras med eller utan transformatorer. Frisvängande högtalare.

MIKROFONER och PICK-UPS.

Dynamiska kristall och magnetiska för tal och musik i alla prislägen och största urval.

GRAMMOFONCHASSIER och MOTORER

för växel- och allström. Kompl. chassier med monterade pick-ups. Skivställ med skivväljare m. m.

MÄTINSTRUMENT

volt- och ampere-metrar för panelmontage. Universalinstrument för radioservice. Mätbryggor m. m.

BYGGSATSER

för radiomottagare och förstärkare. Kompl. hög- och lågfrekvensdelar till suprar, metallchassier med och utan huvar.

NATIONAL RADIO

MÅLAREGATAN 1 — STOCKHOLM

Telefon 20 86 62

NATIONAL RADIO, MÅLAREGATAN 1, STHLM

Sänd gratis och franko 1942 års katalog

Namn: .....

Bostad: .....

Postadress: .....

Radioaffär? Reparatör? Amatör? P. R. 7—8, 42

Gör inga misstag – köp genast det bästa:

CHAMPION LJUDSYSTEM

Nya eleganta modeller
Refrängsångsanläggn. med
2 högtalare 10-25 watt
Större anläggningar för
fest- och idrottsplatser
samt industrier

CHAMPION RADIO A.-B.
STOCKHOLM
Polhemsgatan 38 - Tel. 510706, 500522

Observera att nedre änden av andra mellanfrekvenstransformatorns sekundär skall anslutas till katoden på rör IV i stället för till jord, ty i annat fall fungerar ej återkopplingen i detta rör. (En rättelse var införd i nr 9—10, 1938.)

»*Tekniker 42*». Vad är anledningen till att man gått ifrån transformatorkopplingen vid lågfrekvensförstärkning och numera endast begagnar motståndskoppling?

Svar: Detta beror på att man med en högfrekvenspentod som lågfrekvensförstärkare med motståndskoppling får långt större förstärkning än med en triod i transformatorkoppling. Dessutom får man bättre förstärkning av de låga frekvenserna än med transformatorkoppling, för så vitt ej transformatorn är av särskilt hög kvalitet, i vilket fall den emellertid är mycket dyr. En dålig transformator kan uppvisa en kraftig resonans inom det begagnade frekvensområdet, varigenom återgivningen fördärvas. Något sådant behöver man ej vänta sig vid motståndskoppling.

Visserligen går det att begagna transformatorkoppling även vid högfrekvenspentod, men härvid måste transformatorns primärlindning shuntas med ett motstånd av storleksordningen något tiotal kiloohm, för att de låga frekvenserna skola komma med. Förstärkningen blir härigenom mindre än vid motståndskoppling. En möjlighet är att begagna drosselkoppling vid högfrekvenspentoden, vilket ger högre förstärkning (på grund av att röret får högre anodspänning) men sämre frekvenskurva än motståndskopplingen, i det att de låga frekvenserna dämpas. Genom att shunta drosseln med ett motstånd om ett par hundra kiloohm kan man förbättra frekvenskurvan på bekostnad av förstärkningen. Drosseln måste vara av speciell typ med en induktans om 300—500 henry vid ett par milliamperes likströmsbelastning, motsvarande högfrekvenspentodens anodström.

TELETEKNISKT NYTT

Resultat med den danska FM-sändaren.

Den frekvensmodulerade experimentsändaren i Köpenhamn, som arbetar på 7,3 m våglängd, har nu varit i gång i ett par månader, under vilken tid man samlat erfarenheter om räckvidd m. m.

Det har visat sig att man vid högt och fritt anbragt mottagarantenn uppnått en räckvidd av 30—40 km. I enstaka fall har mottagning kunnat ske på avstånd upp till 150 km, men vid så stora avstånd kan man icke räkna med konstant och störningsfri mottagning. Sändarens antenneffekt är 800 W.

Ljudkvaliteten anses vara fullt i nivå med vad som är möjligt att åstadkomma med frekvensmodulering.

Man avser nu att fortsätta med utsändningarna under några månader framåt, varvid dock våglängden kommer att sänkas till ca 6 m. Om tillräckligt stort intresse visas från allmänhetens sida, så är det troligt att dessa utsändningar komma att bli permanenta.

(Populaer Radio, jan. 1942.)

BYTEN OCH FÖRSÄLJNINGAR

Platssökande. Radioreparatör, med egna instrument, som mistat sin plats genom affärsinnehavarens bortgång, söker plats. Svar till **"Liten begynnelselön"**, Populär Radio, Annonsavd., Stockholm.

Liten, perm. dyn. högtalare, kon. diam. under 100 mm. önskas köpa, samt några kristaller från amatörsänd. Frekvensen likgiltig. Svar till **Lennart Wiveson, Skolgatan 6, Halmstad.**

2 st. Likriktare för batteriladdning billigt samt diverse annan materiel. **Folke Gotte, Österbymo.**

Transformatorer & Drosslar
Magnetspolar Omlindningar
Serietillverkning & Specialtyper
ELEKTROTEKNISKA VERKSTADEN
Åkarp **Telefon 226**

FÖRSTÄRKARE-BYGGSATS

PACENT

10 watt. Typ PSA-4000

Komplett alla delar med rör och chassi kronor **170:**— netto.

Vår nya katalog med byggnadsbeskrivningar sändes mot 60 öre i frimärke

AMERIKANSK LJUDTEKNIK A.-B.
S:T ERIKSGATAN 54 STOCKHOLM

Infordra broschyr och närmare upplysningar om Tjernelds nya kvalitetsmottagare

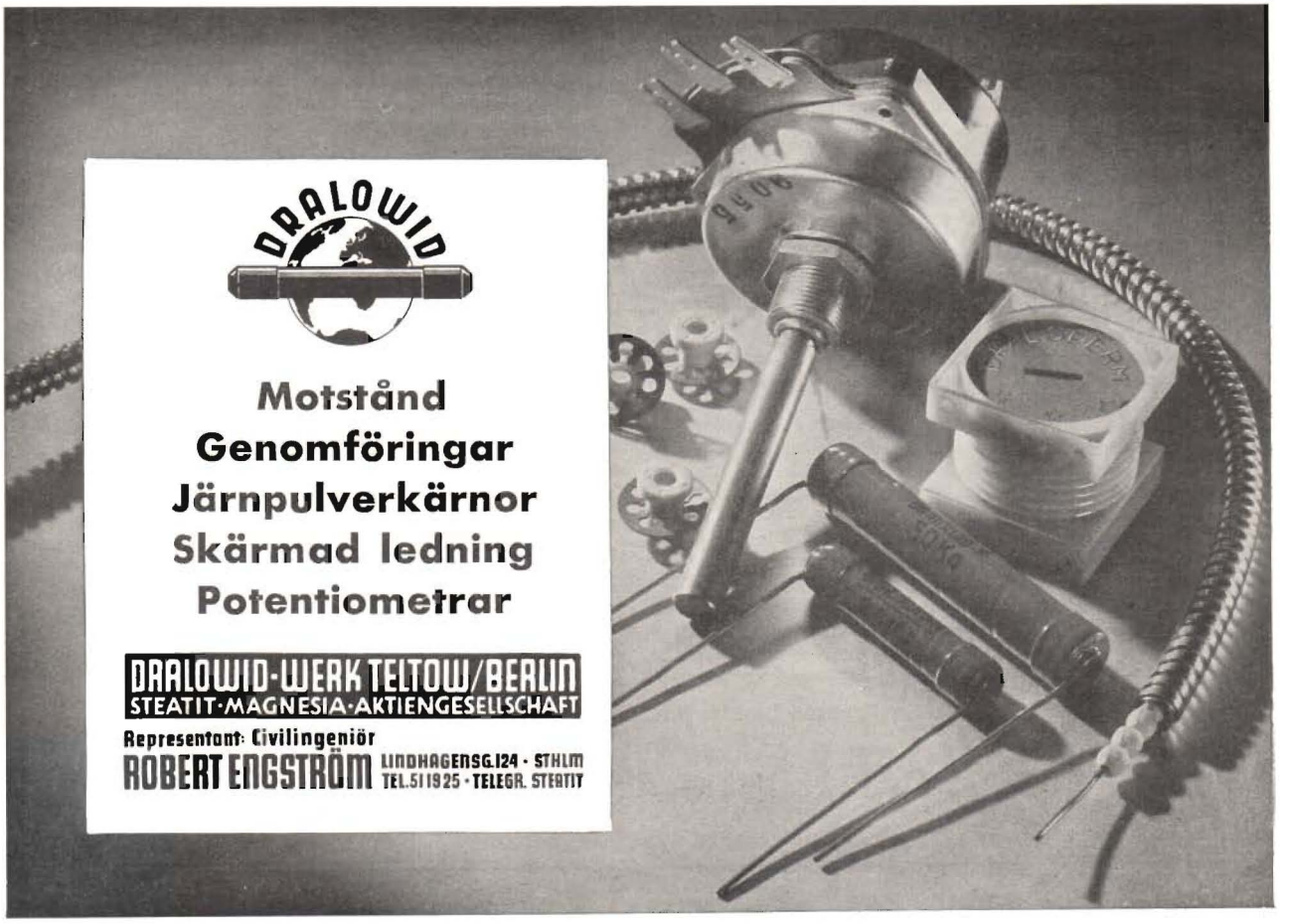
TJERNELDS RADIOFABRIK
Hudiksvallsgatan 4 Stockholm

Meddelande
till prenumeranterna

På grund av väsentligt stegrade tryckningskostnader i samband med utgivandet av *Populär Radios handböcker* se vi oss nödsakade att numer debitera våra prenumeranter 75 öre per volym.

Ordinarie försäljningspriset, kr. 1:50, är oförändrat.

Populär Radios handböcker rekvireras från Populär Radios expedition, Postbox 450, Sthlm.



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, televisionsantennen, 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 alldeles 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 framhålles betydelsen av bildpunktsantalet och bildfrekvensen. Ikonoskopet, sändarens viktigaste detalj, behandlas med tillbörlig bredd liksom även det för televisering speciella sättet för bärvågens 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'. Mottagarantennen 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:

— — —

»Første Del omhandler Televisionens Principer (og Forhistorie), medens anden Del kommer ind paa de mere tekniske Enkeltheder og omtaler Sender- og Modtagerapparater.

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. Verkningssättet hos den moderna televisionskameran med ikonoskop beskrives ingående. Även de ultrakorta vågornas utbredning samt televisionsantennernas 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.)