

POPULÄR

RADIO

tidskrift för radio, television och elektroakustik

Negativ återkoppling

Dess teori och praktiska tillämpningar
Av tekn. dr Torbern Laurent

Amerikansk rörfabrikation

Av civiling. Harry Stockman

Superregenerativ mottagning

Av ingenjör Sten-Arne Johansson

Nya rör

Europeiska helglasrör från Philips och Tungsram

2-rörs batterimottagare med ram

Av ingenjör Gösta Bäckström

1941

5

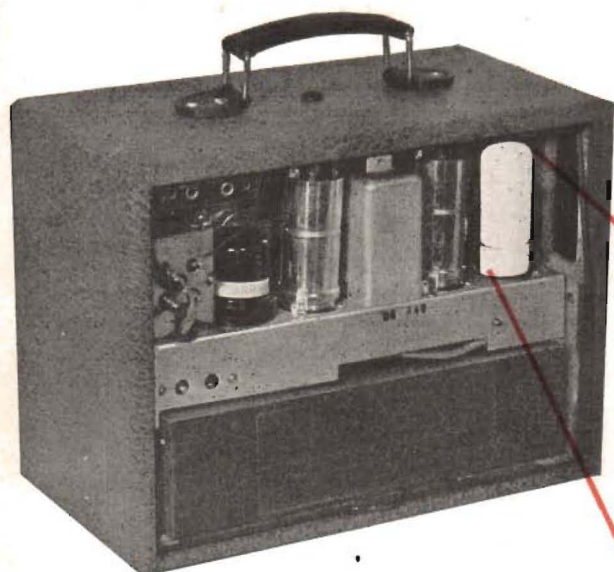
maj

50 öre

Idealrören för batterimottagare

RAYTHEON

1,4 volts rör

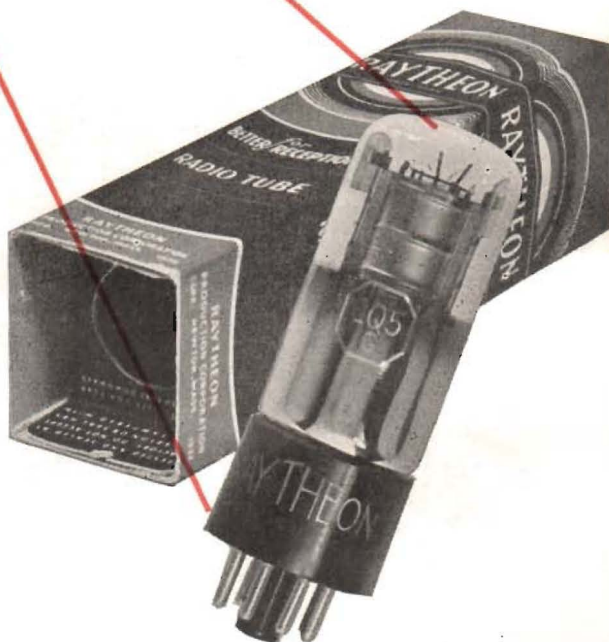


Den tekniskt fulländade, ekonomiska batterimottagaren kräver ett specialrör, som är hållbart och strömbesparande. Välj därför RAYTHEON 1,4 volts batterirör. Dra mycket låg glöd- och anodström. Ge därför stor livslängd åt batterierna. Ett vanligt ringledningselement ger erforderlig glödström.

Stort lager av alla förekommande typer.

Rekvirera Raytheon data-häfte och prislista!

Raytheon-rören tillverkas av världens största specialfabrik för radorör, Raytheon Production Corp., Newton, Mass., USA.



A.-B. CALVERT & Co.
GÖTEBORG

TEL.: CALVERT & Co.

TEL.-ADR. CALVERT

JOHAN LAGERCRANTZ
VÄRTAVÄGEN 21 — STOCKHOLM

TEL.: 61 33 08

TEL.-ADR. FIVESSVEE

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

Utkommer den 20 varje månad.
Juli—augusti utgives ett dubbelnummer..
Lösnummerpris: 50 öre, dubbelnummer 1 kr.
Prenumerationspris:
1/1 år kr. 5:—, 1/2 år kr. 2: 75, 1/4 år kr. 1: 50.

Redaktion, prenumerationskontor och annons-
expedition:
Luntmakaregatan 19, 5 tr., Stockholm.
Telefon: Namnanrop "Nordisk Rotogravyr".
Telegramadress: Nordisk Rotogravyr.
Postgiro 940 — Postfack 450.

EFTERTRYCK AV ARTIKLAR HELT ELLER DELVIS
UTAN ANGIVANDE AV KÄLLAN FORBJUDET

POPULÄR

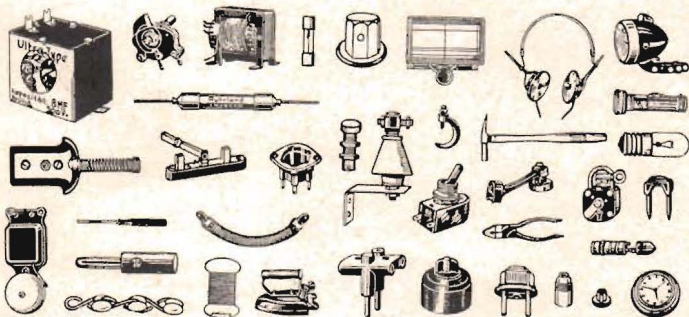
RADIO

ORGAN FÖR STOCKHOLMS RADIOKLUBB
TEKNISK REDAKTÖR: INGENJÖR W. STOCKMAN

INNEHÅLL

MAJ 1941

Negativ återkoppling	103
Superregenerativ mottagning	110
Amerikansk rörfabrikation	116
Nya rör	120
För amatörbyggare	123
Radioindustriens nyheter	124
Sammanträden	124



"Ruhrland"

**Radiodelar
och elektriska tillbehör**

Endast till återförsäljare. Begär prislista.

RUHRLAND G.m.b.H.
für Elektro und Radio
BOCHUM, Tyskland

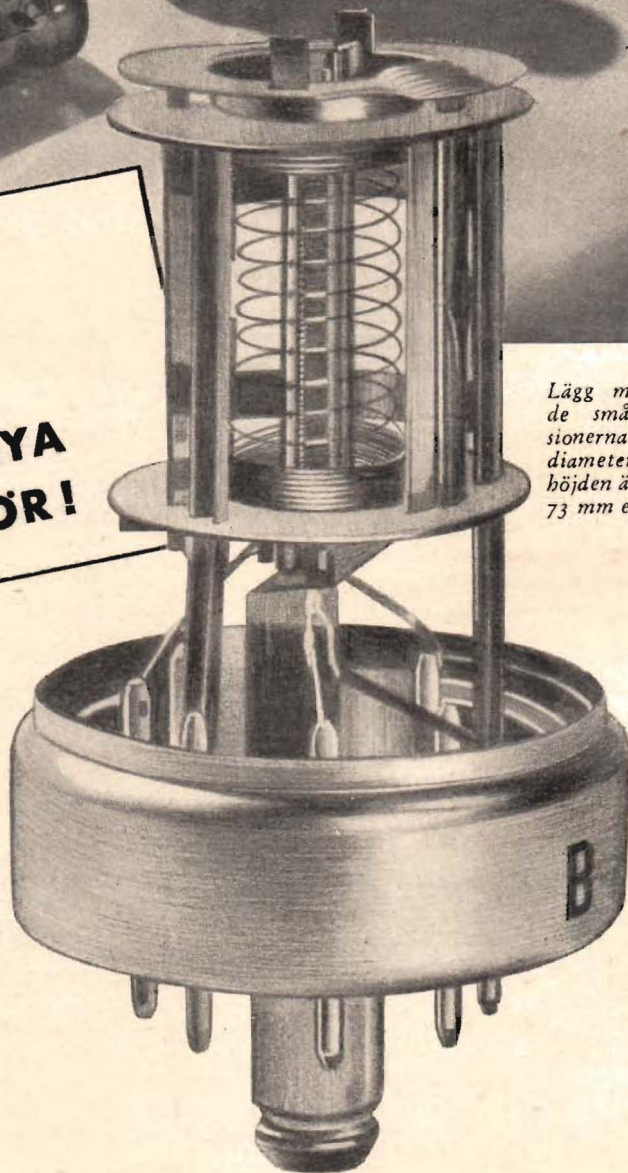


PHILIPS

KOMMER MED TVÅ NYA SERIER HELGLASRÖR!

● Dessa rör, de s. k. *nyckelrören*, skilja sig avsevärt både till det yttre och det inre från de vanligen förekommande rörtyperna och framvisa många fördelar, bland vilka särskilt den enkla och stabila konstruktionen frapperar — se bilden! Sockelstiften tjänstgöra här såsom genomföringar i en nu använd pressglasbotten och elektrodsystemet är monterat direkt på dessa stift (tidigare använd »Quetschfuss» har sålunda bortfallit). Anmärkningsvärt är vidare, att alla rören sakna toppanslutningar.

Lägg märke till de små dimensionerna: Sockeldiameter 32 mm, höjden är 60 resp. 73 mm exkl. stift.



SVENSKA AKTIEBOLAGET PHILIPS

POPULÄR RADIO

TIDSKRIFT FÖR RADIO
TELEVISION OCH
ELEKTROAKUSTIK

NR 5

MAJ 1941

XIII ÅRG.

Negativ återkoppling

Av tekn. dr Torbern Laurent

De negativt återkopplade förstärkarna, som även benämnas »motkopplade förstärkare», ha tagits i kommersiellt bruk först under de senaste åren. Detta är rätt anmärkningsvärt, enär den negativa återkopplingens princip och dess stabiliserande och lineariserande effekt äro kända sedan lång tid tillbaka. Man kan nämligen i tidskrifts- och patentlitteraturen spåra den negativa återkopplingens upprinnelse till rörteknikens tidigare skeden. Dröjsmålet med dess praktiska tillämpning torde i huvudsak få tillskrivas utomordentligt stora svårigheter att konstruera en verkligt effektiv motkopplad förstärkare, och dessa svårigheter torde knappast kunna övervinnas annat än med rörteknikens senaste landvinningar.

Den första, som förf. veterligt bröt isen och visade, att svårigheterna kunna övervinnas, var amerikanaren N. S. Black [1]¹. Han kan visserligen ej betraktas såsom upptäckare eller upptäckare av den negativa återkopplingen, men hans initiativ måste dock betraktas såsom en revolution inom teletekniken.

Definition av en fyrpols egenskaper.

För att kunna beskriva den negativa återkopplingens princip och verkningsätt måste vi begagna oss av begreppen

¹ Se litteraturförteckningen.

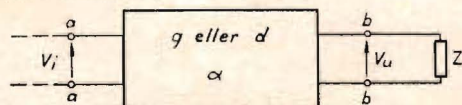


Fig. 1. Ändbelastad fyrpol.

förstärknings- och dämpningsfaktor samt fasvridning i en fyrpol. Låt fyrkanten i fig. 1 representera en fyrpol med två ingångsklämmor a och två utgångsklämmor b . Denna fyrpol kan utgöras av en godtycklig elektrisk anordning, som exempelvis kan innehålla motstånd, spolar, kondensatorer, transformatorer, förstärkare, ledningar m. m. Det enda vi intressera oss för är, att när man påtrycker en elektrisk spänning V_i mellan ingångsklämmorna a , uppstår en spänning V_u mellan utgångsklämmorna b , när dessa äro belastade med en impedans Z .

Vi antaga först, att fyrpolen och dess belastning Z äro rent lineära. Detta innebär, att om spänningen V_i är sinusformad, måste även spänningen V_u bli sinusformad med avseende på tiden. Den förändring, som en sinusformad spänning undergår vid sin fortplantning genom fyrpolen, kan

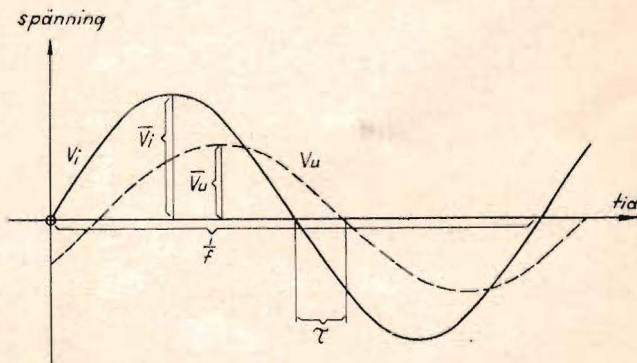
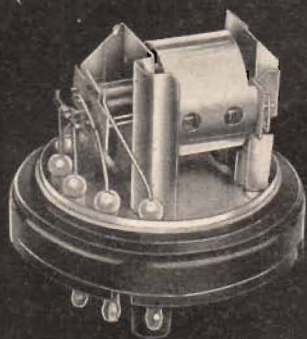
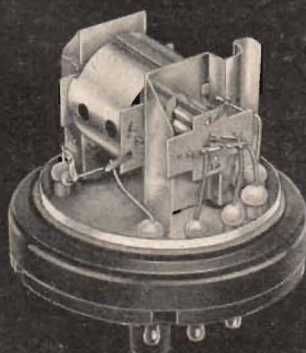


Fig. 2. Relationen mellan två sinusspänningar.



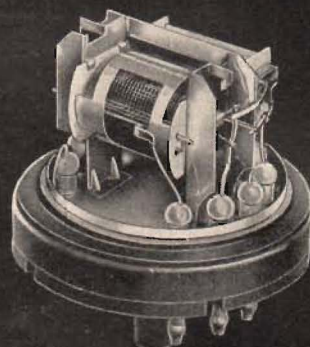
ECH 11

**6,3 volt
växelström**



UCH 11

**100 mA
allström**



DCH 11

**1,2 volt
batteri**

Telefunkens blandarrör
arbeta ytterst tillfredsställande på kortvåg
och ha ringa frekvensdrift vid automatisk volymreglering.

För ECH 11 och UCH 11:

1. ända ned till 5 meters våglängd,
2. glidande skärmgallerspänning men samtidigt effektiv automatisk volymreglering,
3. ur konstruktionssynpunkt betydelsefullt att precis samma koppling och värden kunna användas för båda rören.



TELEFUNKEN

då åskådliggöras med sinuskurvorna fig. 2. Förändringen av spänningen V_i till V_u består sålunda dels av en förändring av svängningsamplituden $\bar{V}_i$ till $\bar{V}_u$ och dels av en tidsförskjutning τ av kurvan V_u relativt V_i . Om svängningens periodtal är f , välja vi såsom mått på fyrpolens ändringsverkan

$$\frac{\bar{V}_u}{\bar{V}_i} = \begin{cases} g = \text{förstärkningsfaktor} > 1 \\ d = \text{dämpningsfaktor} < 1 \end{cases} \quad (1)$$

$f \cdot \tau \cdot 360^\circ = \alpha^\circ = \text{fasvriddningsvinkel}$

När amplitudförhållandet är > 1 , få vi nämligen en spänningsförstärkning, och när det är < 1 en spänningsdämpning.

För en fyrpol, som ej är fullt linjär, komma spänningarna V_i och V_u att avvika från sinusformen även när V_i påtryckes medelst en sinusformad emk. Emellertid kan avvikelsen från sinusformen betraktas såsom harmoniska övertoner, vilka äro överlagrade på en sinusformad grundsvängning. I detta fall definiera vi storheterna g , d och α ekv. (1) med spänningarnas grundsvängningar.

Negativa återkopplingens princip.

En motkopplad förstärkare kan betraktas såsom en förstärkarefyrpol F med förstärkningsfaktorn g , återkopplad med en dämpningsfyrpol D med dämpningsfaktorn d i enlighet med fig. 3.

För enkelhetens skull antaga vi, att fasvriddningsvinkeln är 0° i båda fyrpolerna. Relationerna mellan ingångsspänningen V_i vid ingångsklämmorna a , utgångsspänningen V_u vid utgångsklämmorna b samt den motkopplade återkopplingsspänningen V_d bli då tydligen

$$\begin{cases} (V_i - V_d)g = V_u \\ V_u d = V_d \end{cases}$$

Enär vi endast intressera oss för förhållandet mellan spänningarna V_u och V_i , eliminera vi V_d mellan dessa ekvationer och erhålla då

$$V_u = V_i \frac{g}{1 + dg}$$

som även kan skrivas

$$V_u = V_i \frac{1}{1 + \frac{1}{dg}} \quad (2)$$

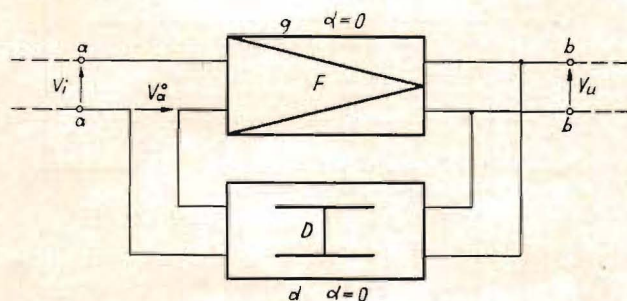


Fig. 3. Negativa återkopplingens princip.

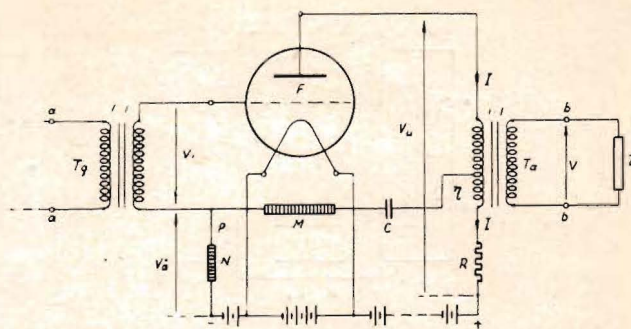


Fig. 4. Blandad ström- och spänningsåterkoppling.

Om exempelvis förstärkningsfaktorn $g = 10\,000$ och dämpningsfaktorn $d = 0,01$ blir

$$\frac{1}{dg} = 0,01$$

dvs. den andra termen i nämnaren ekv. (2) blir obetydlig vid sidan av 1.

Vi kunna under sådana förhållanden sätta

$$V_u \cong V_i \frac{1}{d} \quad (3)$$

Effektiva förstärkningsfaktorn blir alltså $\frac{1}{d} = 100$, och den negativa återkopplingen innebär sålunda en förlust i förstärkningsfaktor $= 100$, men däremot blir förstärkningens kvalitet avsevärt mycket bättre. Om vi nämligen betänka, att förstärkningsfaktorn g bildas av rörförstärkare, som äro behäftade med icke linearitet på grund av de krökta rörkaraktistikorna, som vidare ha en med rörlikspänningarna och åldringsfenomen i rören variabel förstärkningsförmåga och som slutligen lätt uppfånga störningsspänningar exempelvis via batteritillledningarna, medan dämpningsfaktorn d bildas av fullt linjära och stabila element såsom motstånd, spolar och kondensatorer, inse vi omedelbart följande: Enär den effektiva förstärkningsfaktorn är praktiskt taget oberoende av g och enbart beroende av d , måste den effektiva förstärkningen bli i det närmaste fullt linjär, stabil och störningsfri. Motkopplingens lineariserande, stabiliserande och avstörande effekt växer i samma grad, som den andra termen i nämnaren ekv. (2) kan försummas vid sidan av 1, dvs. i samma grad som utgångsspänningen V_u kan fastslås vid ingångsspänningen V_i med uttrycket ekv. (3).

Ström-, spännings samt blandad

ström- och spänningsåterkoppling.

Man kan uttaga spänningen till dämpningsfyrspolen på olika sätt från utgångssidan av förstärkarefyrpolen, vilket lämnar olika effektiva inre motstånd vid förstärkarens utgångsklämmor b . Vi skola demonstrera detta med den schematiserade enrörförstärkaren fig. 4. Förstärkarefyrpolen består av gallertransformatorn T_g , förstärkareröret F och anod-

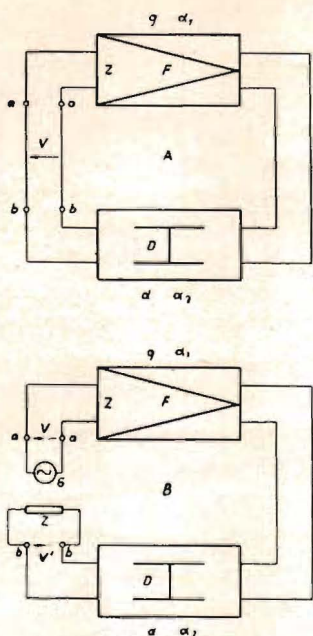


Fig. 5. Stationär självsvängning överförd till ett fyrpolproblem.

transformatorn Ta . För enkelhetens skull låta vi transformatoromsättningarna vara $=1:1$. Växelspänningen V_u över förstärkarens totala belastningsimpedans blir i detta fall ej lika med spänningen V över den nyttiga belastningsimpedansen Z på grund av motståndet R , ehuru detta motstånd är litet relativt Z . Dämpningen d bildas av två spänningsdelningar, den ena lämnande spänningen över en η -del av transformatorns Ta primärlindning inklusive motståndet R , och den andra lämnande spänningen över ett motstånd N , som får vara en p -tedel av motståndet $N+M$. Vi antaga, att motståndet $N+M$ är så stort, att strömmen genom detta kan försummas relativt anodväxelströmmen I , och att växelspänningen över kondensatorn C kan försummas relativt spänningen över motståndet $N+M$. Man erhåller då återkopplingsspänningen

$$V_d = p[\eta V + IR] \quad (4)$$

Vi skola nu mäta förstärkarens inre motstånd vid utgångsklämmorna b och göra för den skull

$$V_i = 0$$

Men enligt ekv. (3) måste då

$$V_u \cong V_i \frac{1}{d} = 0$$

och alltså även

$$V_d \cong 0$$

varmed ekv. (4) lämnar relationen

$$\eta V + IR \cong 0 \quad (5)$$

Vi anbringa nu en mätspänning $V = V_m$ mellan klämmorna b , varigenom en mätström $I = -I_m$ kommer att genomflyta anodkretsen. Minustecknet innebär, att spänningsvågen fortplantar sig inåt förstärkaren. Men spänningen V_m och

strömmen I_m måste uppfylla villkoret ekv. (5), och alltså blir

$$\eta V_m - I_m R \cong 0$$

eller förstärkarens effektiva inre motstånd

$$R_e = \frac{V_m}{I_m} \cong \frac{R}{\eta} \quad (6)$$

Man kommer sålunda till det märkliga resultatet, att förstärkarens inre motstånd är praktiskt taget oberoende av rörets inre motstånd och enbart beroende av det lineära och stabila förhållandet mellan motståndet R och lindningsom-sättningen η . Även beträffande inre motståndet förhåller sig förstärkaren sålunda såsom en lineär och stabil fyrpol.

Vi kunna nu särskilja mellan följande tre fall:

$$\left. \begin{aligned} R > 0, \eta &= 0, R_e = \infty, \text{strömåterkoppling} \\ R &= 0, \eta > 0, R_e = 0, \text{spänningsåterkoppling} \\ R > 0, \eta > 0, \infty > R_e > 0, \text{blandad ström- och} \\ &\quad \text{spänningsåterkoppling} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Man kan sålunda välja inre motståndet R_e inom de vidaste gränser.

Ännu en effekt med den motkopplade förstärkaren blir då, att man kan anpassa yttre belastningsimpedansen till rörets inre motstånd, så att maximal effekt kan uttagas av röret, samtidigt som man kan anpassa förstärkarens effektiva inre motstånd till yttre belastningsimpedansen, så att reflexionsfri anpassning erhålles vid utgångsklämmorna [11]. Detta är två skilda önskemål, som ej samtidigt kan tillfredsställas i vanliga förstärkare.

Självsvängningsbetingelserna.

Att återkoppla en förstärkare med 10 000 gångers förstärkning utan att den självsvänger för någon frekvens är givetvis ingen lätt uppgift. Vi antogo nämligen vid de matematiska deduktionerna, att förstärkarefyrpolen F och dämpningsfyrpolen D , fig. 3, voro fasrena, men det är oundvikligt med små kapaciteter och självinduktioner i anordningarna, som åtminstone för högre frekvenser medföra kraftiga fasvridningar med eventuellt självsvängning till följd. För att kunna bedöma svårigheterna skola vi först göra klart för oss, under vilka betingelser självsvängning är möjlig.

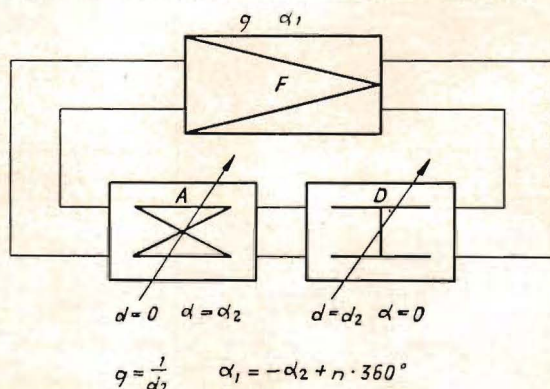


Fig. 6. Reglering av självsvängningens frekvens och amplitud.

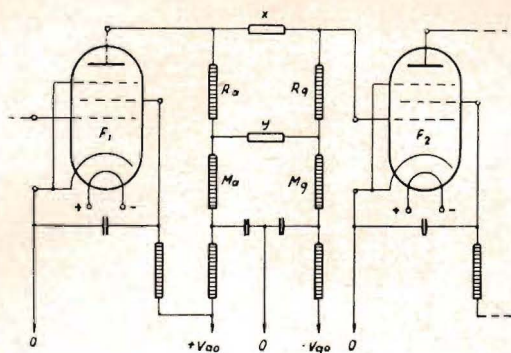


Fig. 7. Rörkopplingsstege mellan två pentoder.

Vi tänka oss då enligt fig. 5 A en förstärkarefyrpol F med förstärkningsfaktorn g och fasvridningen α_1 återkopplad med en dämpningsfyrpol D med dämpningsfaktorn d och fasvridningen α_2 på sådant sätt, att självsvängning uppstår. Mellan klämmorna till de förbundna klämparen a och b uppstår härvid en elektrisk spänning V .

Vi bryta nu förbindelsen mellan klämparen a och b i enlighet med fig. 5 B.

Till klämpare a anslutes en generator G , som påtrycker klämmorna a exakt samma spänning V som vid återkopplingen [exakt såväl med avseende på amplitud, frekvens som kurvform], och till klämpare b anslutes en impedans, som är exakt lika med förstärkarefyrpolens ingångsimpedans Z . Vid klämparen a och b har ju då ingen förändring skett från förstärkarefyrpolen resp. dämpningsfyrpolen sett, och deras elektriska tillstånd måste därför bli desamma som vid återkopplingen. Härav kan man dra slutsatsen, att spänningen mellan klämmorna b måste vara

$$V' = V \quad (8)$$

Det är även tydligt, att om ekv. (8) ej kan uppfyllas av förstärkaren, blir ej heller självsvängning möjlig, enär förstärkaren då ej kan bita sig i svansen enligt fig. 5 A.

Den enda svängning, som bibehåller kurvformen vid fortplantningen genom ett godtyckligt lineärt system, är sinusvängningen. Ehuru förstärkarefyrpolen ej är fullt lineär, kunna vi dock härav dra slutsatsen, att spänningen V måste domineras av en sinusformad grundsvängning. Enligt ekv. (8) måste vi för denna svängning erhålla

$$\begin{cases} g \cdot d = 1 \\ \alpha_1 + \alpha_2 = n \cdot 360^\circ \end{cases} \quad n=0, 1, 2, 3 \text{ osv.} \quad (9)$$

Ekv. (9) är ingenting annat än självsvängningsbetingelserna. Vid första påseende synas dessa betingelser endast kunna uppfyllas av en ren tillfällighet, men så är ingalunda förhållandet.

På grund av förstärkarefyrpolens icke-linearitet är nämligen förstärkningsfaktorn g beroende av svängningsamplituden, och enligt ekv. (1) är fasvridningsvinkeln beroende av självsvängningsfrekvensen. Om det är möjligt, utväljer därför

naturen en svängningsamplitud och en självsvängningsfrekvens, så att betingelserna ekv. (9) samtidigt uppfyllas. Om exempelvis förstärkarefyrpolen återkopplas enligt fig. 6 med en variabel dämpningsfyrpol D i kaskad med en variabel fasvridningsfyrpol A , har man i sin hand att reglera svängningsamplituden med den förra och självsvängningsfrekvensen med den senare. Regleras dämpningsfyrpolen D till gränsen för självsvängning, komma svängningsamplituderna att hålla sig inom förstärkarefyrpolens i huvudsak lineära amplitudområde, och förstärkningsfaktorn g blir då förstärkarens normala förstärkningsfaktor. Härpå grundar sig en år 1928 världspatenterad metod [5] [6] [10] att mäta förstärkningsförmågan hos elektriska förstärkare medelst återkoppling intill självsvängningsgränsen.

Amerikanaren N. Nyquist har senare gjort en ingående matematisk undersökning av självsvängningens startbetingelser [2] [3] och har därvid följt en annan tankegång än den här använda, nämligen med förutsättande av fullt lineära förhållanden.¹

Stabilitetsvillkoren.

I en motkopplad förstärkare kan man ej hindra, att betingelserna, ekv. (9) uppfyllas var för sig, men däremot kan man hindra, att de uppfyllas samtidigt, dvs. för samma frekvens. Detta är emellertid tillräckligt för full stabilitet. Om vi dessutom betänka, att en amplitudökning i regel alltid medför en minskning av förstärkningsfaktorn g , så förstå vi, att den normala förstärkningsfaktorn för små svängningar $g_n \geq g$, och då bli stabilitetsvillkoren enligt ekv. (9) följande:

$$\begin{cases} \text{Om } g_n \cdot d > 1 \\ \text{måste } \alpha_1 + \alpha_2 \neq n \cdot 360^\circ \\ \text{Om } \alpha_1 + \alpha_2 = n \cdot 360^\circ \\ \text{måste } g_n \cdot d < 1 \end{cases} \quad (10)$$

Motkopplingen innebär ju, att

$$\alpha_1 + \alpha_2 \cong 180^\circ$$

och det gäller sålunda att fullständigt undertrycka förstärkningen runt den av förstärkarefyrpolen och dämpningsfyrpolen bildade slutna kretsen, innan ett fasvridningstillskott på 180° uppstår.

Vid uppfyllandet av dessa villkor i en motkopplad förstärkare har man att rikta sin uppmärksamhet dels på elektrodkapaciteterna i rören och dels på kopplingsorganen mellan rören. En första åtgärd är då att välja rör med små elektrodkapaciteter samt hög förstärkningsfaktor, det sist-

¹ Vid Stockholms Radioklubbss sammanträde den 18 mars 1941, då förf. i ett föredrag behandlade den negativa återkopplingen, gjorde professor Erik Löfgren den invändningen mot framställningen av självsvängningsbetingelserna, att den innebar en alltför stor förenkling. Vid en efterföljande privat diskussion visade sig divergensen i åsikterna principiellt bero på, huruvida man förutsätter lineära förhållanden eller icke. Med det framställningssätt, som använts i föreliggande uppsats, torde anmärkningen bortfalla.

nämnda i ändamål att reducera antalet förstärkningssteg och därmed även antalet rörkopplingar. Härvid har högfrekvenspentoderna visat sig motsvara högt ställda krav, och med deras hjälp kan man i regel erhålla tillräcklig förstärkning med högst tre stegs förstärkning.

För att hindra självsvängning vid mycket låga och mycket höga frekvenser, gör man rörkopplingarna frekvensselektiva, så att de i huvudsak endast framläppla frekvenser inom det nyttiga frekvensområdet. Från filtorteorierna är det emellertid känt, att en dämpningsvariation för varierande frekvens alltid är förknippad med en fasvridning. För att kunna göra rörkopplingarna frekvensselektiva utan att otillåtet stor fasvridning uppstår, har därför amerikanaren N. W. Bode härlett en del relationer mellan dämpningsvariationer och oundviklig fasvridning hos godtyckliga, lineära impedansfyrpolar [4]. Här skall emellertid visas ett annat mera överskådligt förfaringsätt.

Rörkopplingsstege.

För motkopplade förstärkare användes i vårt land en speciell rörkoppling, som vi kunna benämna »rörkopplingsstege» [12]. Fig. 7 visar schematiskt en rörkopplingsstege mellan två pentoder F_1 och F_2 . Såväl anod- som gallermotståndet uppdelas i två [eventuellt ännu fler] motstånd R_a och M_a resp. R_g och M_g , och kopplingen mellan anod- och gallerimpedanserna sker med två reaktanser x och y . Rörkopplingsstegens verkningssätt skall beskrivas i anslutning till fig. 8.

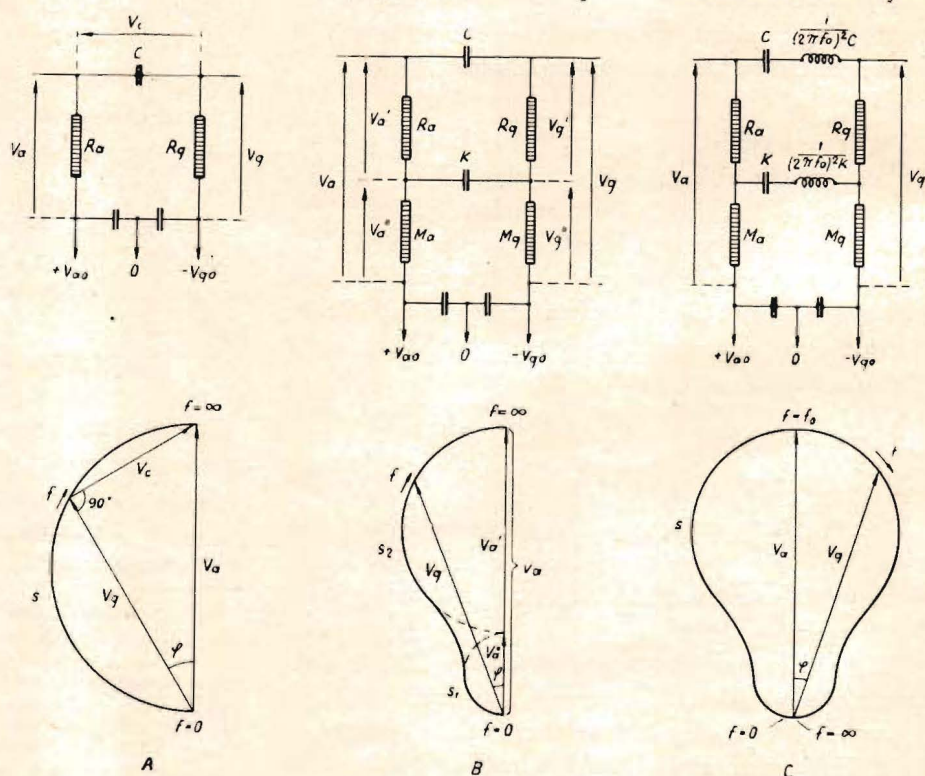


Fig. 8. Rörkopplingsstegens princip.

Fig. 8 A visar en vanlig motståndskoppling bestående av ett anodmotstånd R_a , ett gallermotstånd R_g samt en kopplingskondensator c . Växelspänningarna över dessa beteckna vi med V_a , V_g resp. V_c . Vi antaga, att jordningskondensatorerna verka kortslutande även vid låga frekvenser samt att $R_g \gg R_a$, varigenom rörkopplingens huvudsakliga bidrag till fasvridningen bestäms av fasvinkeln φ mellan spänningarna V_a och V_g . Såsom vektordiagrammet, fig. 8 A visar, kommer spetsen av vektorn V_g att röra sig utefter en halvcirkel s , när frekvensen f växer från 0 till ∞ .

Fig. 8 B visar en rörkopplingsstege, varvid reaktanserna x och y , fig. 7, utgöres av kapaciteterna c resp. K , varvid $c \ll K$. För mycket små frekvenser verkar c såsom avbrott, och rörkopplingen utgöres då av en vanlig motståndskoppling M_a , K , M_g ($M_g \gg M_a$), som gör $V_g \cong V_g''$. Spetsen av vektorn V_g kommer då att röra sig utefter en liten halvcirkel s_1 enligt vektordiagrammet fig. 8 B. För högre frekvenser verkar K såsom kortslutning, varmed $V_a'' \cong V_g''$. Förutom detta gallerspänningsbidrag få vi nu ett tillskott V_g' , som överföres med motståndskopplingen R_a , c , R_g ($R_a \ll R_g$). Spetsen av vektorn V_g kommer därför att röra sig på en ny cirkel s_2 enligt vektordiagrammet fig. 8 B. Övergången från cirkeln s_1 till s_2 sker emellertid mjukt, så att den resulterande geometriska orten för vektorns V_g spets tager formen av en päronhalva enligt fig. 8 B. Härigenom förhindras vinkeln φ att antaga stora värden, när vektorns V_g absoluta belopp är stort.

Om man i serie med kapaciteterna c och K inför själv-

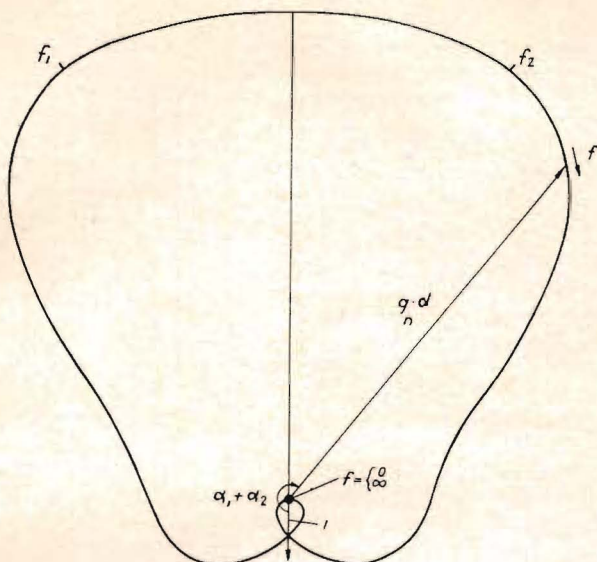


Fig. 9. Vektordiagram för förstärkningsfaktorn och fasvridningen runt förstärkare och återkopplingskrets i en motkopplad förstärkare.

induktionen $\frac{1}{(2\pi f_0)^2 c}$ resp. $\frac{1}{(2\pi f_0)^2 K}$ enligt fig. 8 C, där f_0 är en gemensam seriesonansfrekvens, kommer vektorn V_g att först klättra upp och sedan ned för ett komplett paron enligt fig. 8 C, när frekvensen växer från $f=0$ till f_0 resp. $f=f_0$ till ∞ .

Med hänsyn till vissa praktiska svårigheter är det lämpligt att något modifiera de visade utföringsformerna av rörkopplingsstegen [13] [14]. Vissa åtgärder måste även vidtagas speciellt för bredbandsförstärkare, så att vektorn V_g bibehåller sitt maximivärde inom ett relativt stort frekvensområde.

Resultatet av samtliga rörkopplingar, förstärkningsfaktorer m. m. i förstärkaren inklusive dämpningsfaktorn i återkopplingskretsen bör bli någonting i stil med vektordiagrammet, fig. 9. Inom det nyttiga frekvensområdet f_1 — f_2 är som synes vektorns absoluta storlek $g_n \cdot d$ i det närmaste konstant. Spetsen av den lilla vektorn l ligger utanför den slutna slingan, vilket innebär, att stabilitetsvillkoren ekv. (10) äro uppfyllda.

Det förekommer, att man placerar en del av frekvensberoendet i återkopplingskretsen i ändamål att giva förstärkaren en viss önskad, frekvensberoende förstärkning.

Vid den matematiska behandlingen av de motkopplade förstärkarnas komplicerade kretsar har teleteknikern ett värdefullt hjälpmedel i de s. k. »frekvens transformationerna» [6] [7] [8] [9].

De praktiska tillämpningarna.

Den motkopplade förstärkaren är synnerligen värdefull inom telefonien, speciellt inom långdistanstelefonien. För

att kunna förstå detta, skola vi i korthet beskriva principen för den s. k. »fyrtrådsledningen», som åtminstone i regel användes för internationell telefondrift.

Fig. 10 visar schematiskt telefonering mellan två abonnenter A' och A'' över en fyrtrådsledning. Medelst differentialtransformatorer T' och T'' samt ledningsbalanser B' och B'' separeras talströmmarna för olika samtalsriktning samt överförs på olika ledningar L' och L'' , som vanligen utgöres av kabelledningar. Ledningarna L' och L'' äro försedda med enkelriktade förstärkare F_1' , F_2' , — — — F_n' resp. F_1'' , F_2'' , — — — F_n'' , som ha till uppgift att kompensera de mellanliggande ledningssträckornas dämpning. Antalet s. k. förstärkareöverdrag kan bli mycket stort på en internationell telefonförbindelse. Ett femtiotal är intet ovanligt. Låt oss säga, att varje förstärkare förlorar 10 % av sin förstärkningsförmåga på grund av exempelvis batterispänningsvariationer. Detta innebär, att vid varje förstärkare införes en dämpningsfaktor=0,9, och den resulterande införda dämpningsfaktorn för 50 förstärkareöverdrag blir då $(0,9)^{50}=0,0085$.

Alltså blir den framkomna spänningen mindre än 1 % av den normala eller i effekt räknat mindre än 0,1 %/oo. Under sådana förhållanden blir givetvis telefoneringen omöjlig. Vanliga förstärkareöverdrag måste därför noga övervakas och kontrolleras, så att deras förstärkning bibehålles med stor noggrannhet. Den motkopplade förstärkaren blir givetvis då en idealisk förstärkare på grund av sin stora stabilitet, som avsevärt minskar behovet av kontroll och övervakning.

Hur stort värde telefonteknikern än sätter på den motkopplade förstärkarens stabilitet, så värderar han ännu högre dess linearitet, som ekonomiskt möjliggjort bärfrekvenstelefon i kabel. Över en fyrtrådsledning överför man nämligen inte endast ett utan även flera telefonsamtal samtidigt med hjälp av olika bärfrekvenser för olika samtal. I den nya sjökabeln Sverige—Finland överför man exempelvis 16 samtal och i den nya västkustkabeln 12 samtal samtidigt på en fyrtrådsledning. Härför tager man i anspråk ett frekvensområde mellan 12 000 till 60 000 p/s. Med s. k. bredbandskablar kan man överföra 200 à 300 samtal samtidigt på en fyrtrådsledning med olika bärfrekvenser inom frekvensområdet 60 000 p/s till 1 à 2 Mp/s.

Bärfrekvensöverföringen ställer emellertid utomordentligt stora krav på lineariteten i förstärkarna, som måste förstärka i ett svep samtliga samtal på en ledning. Mycket ringa icke-linearitet medför nämligen s. k. intermodulation mellan de olika talströmmarna med störningar och överhörning mellan samtalen till följd. Endast de motkopplade förstärkarna kunna lösa detta problem, och de ha härigenom realiserat framtidens långdistansförbindelser.

De motkopplade förstärkarna kunna användas även för mycket annat. Inom mättekniken användas de till rörvolt-

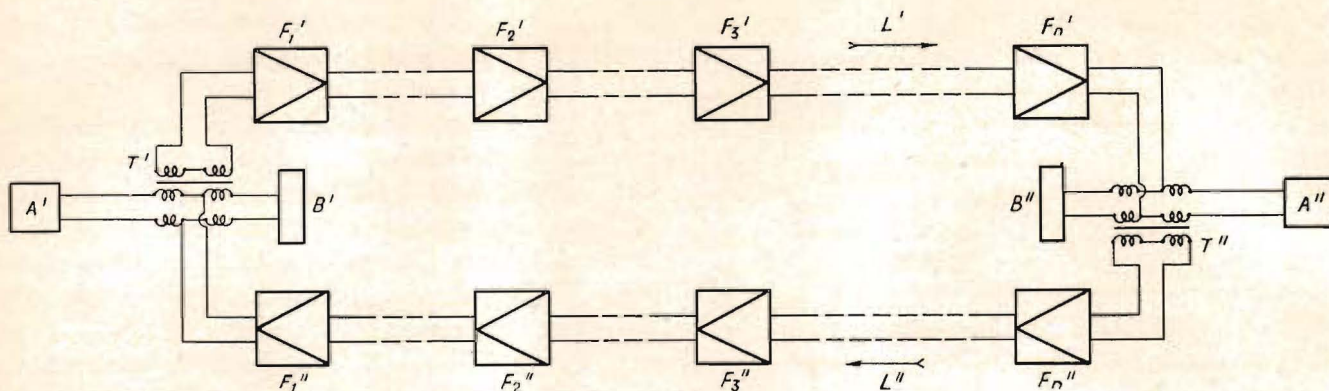


Fig. 10. Fyrtrådsledningens princip.

metrar och andra instrument, som fordra en stabil förstärkning. Eftersom förstärkningen ej behöver kontrolleras eller justeras, bli dylika instrument relativt lättskötta.

Den spänningsåterkopplade förstärkaren hade enligt ekv. (7) inre motståndet $R_e = 0$, men detta är ju den egenskap man önskar hos en förstärkare, vars utgångsspänning skall vara oberoende av belastningsimpedansen. Av denna anledning har »fröken Ur» försetts med en motkopplad förstärkare, så att ljudstyrkan ej skall bli beroende av antalet samtidiga lyssnare.

Motkopplingen tillgripes ofta enbart för att kunna få ut maximieffekt hos slutröret, när man samtidigt fordrar reflexionsfri anpassning vid utgångsklämmorna eller eventuellt någon annan önskad anpassning.

Litteraturlösteckning.

- [1] Black, H. S.: »Stabilized Feedback Amplifiers», The Bell System Technical Journal, Jan. 1934.
- [2] Nyquist, H.: »Regeneration Theory», The Bell System Technical Journal, July 1932.

- [3] Peterson, E., Kreer, J. G., Ware, L. A.: »Regeneration Theory and Experiment», The Bell System Technical Journal, oct. 1934.
- [4] Bode, H. W.: »Relations Between Attenuation and Phase in Feedback Amplifier Design», The Bell System Technical Journal, July 1940.
- [5] Laurent, T.: »Svenska Radioaktiebolagets Rörprovare», The L.M. Ericsson Review, N:o 10—12, 1930.
- [6] Laurent, T.: »Théorie et application pratique des demicellules à trois branches pour filtres électriques», Ericsson Technics N:o 5, 1934.
- [7] Laurent, T.: »Transformation fréquentielle des réseaux d'impédances correcteurs d'affaiblissement», Ericsson Technics N:o 6, 1939.
- [8] Laurent, T.: »Beräkning av passiva linjära impedansnät medelst frekvenstransformationer», Teknisk Tidskrift, häfte 27, E7, 1936.
- [9] Laurent, T.: »Frekvenstransformationerna», Teknisk Tidskrift, häfte 49, E12, 1940.
- [10] Laurent, T.: »Mätanordning för uppmätning och kontrollering av förstärkningsförmågan hos elektriska förstärkare», Svenskt patent N:o 73433.
- [11] Laurent, T.: »Anordning vid förstärkare med stark negativ återkoppling», Svenskt patent N:o 94932.
- [12] Laurent, T.: »Anordning vid elektriska förstärkare», Svenskt patent N:o 89266.
- [13] Stålemark, R.: »Anordning vid elektronrörförstärkare», Svenskt patent N:o 92199.
- [14] Stålemark, R.: »Anordning vid förstärkare med negativ återkoppling», Svenskt patent N:o 93267.

Superregenerativ mottagning*

Av ingenjör Sten-Arne Johansson

V. Förstärkningen och dess beroende av olika faktorer.

A. Oscillatorströmmens uppbyggnad.

Då en återkopplad detektor råkar i självsvängning, når den härvid uppträdande högfrekvenssvängningen inte omedelbart sin maximiamplitud. Stundom hinner högfrekvensströmmen genomlöpa flera hundra perioder innan den når

sin slutliga maximiamplitud. Skulle självsvängningen av någon anledning plötsligt upphöra, går högfrekvensströmmen inte omedelbart ner till noll, utan fortfar att existera i svängningskretsen under en kort tid. Man säger att detta beror på kretsens dämpning, vars inverterade värde är kretsens tidskonstant. För att lättare förstå begreppet dämpning tänka vi oss en krets bestående av de kända storheterna L , C samt förlustmotståndet r (se fig. 1 i nr 3). Uppstår i denna krets av någon anledning en svängning med samma frekvens som kretsens egen frekvens och orsaken till svängningen plötsligt

* Efter ett föredrag hållet vid Stockholms Radioklubb's sammanträde den 21/1 1941. (Forts. från nr 3.)

upphör, så kommer svängningen att tämligen snabbt dö ut, ty den i kretsen cirkulerande växelströmmen omsättes till värme i förlustmotståndet r och förbrukas. Om således under en period av svängningen $1/10$ av svängningsenergien går förlorad genom värme i förlustmotståndet r , så är efter 10 svängningar all energi förbrukad. Är däremot förlustmotståndet r litet eller som vi också kunna säga dämpningen liten, så att endast $1/100$ av svängningsenergien går förlorad under varje period, så fordras det 100 svängningar innan all energi är förbrukad. Detsamma gäller då energi plötsligt tillföres kretsen. Härvid når strömmen icke omedelbart sin största amplitud. Är dämpningen stor, når strömmen redan efter några få svängningar sin maximiamplitud.

I praktiken ökar eller minskar emellertid inte strömmens amplitud lika mycket under varje period, utan strömmens tillväxt resp. avtagande i kretsen sker efter en exponentiell kurva, vars branthet bestämmes av kretsens dämpning (se appendix).

B. Förstärkningsprincipen.

Den ytterst svaga störspänning, som startar självsvängningen, kunna vi för enkelhetens skull tänka oss som en mycket svag knuff på kretsen så att den första svängningen i kretsen har en mycket liten amplitud. Denna amplitud växer sedan exponentiellt till sitt maximala värde enligt fig. 12 a. Den från en sändare inkommande signalspänningen, som ju i regel är många gånger större än ovan nämnda störspänning, måste således representera en ganska kraftig knuff på kretsen, varför redan den första svängningen får en betydande amplitud och efter kort tid når sitt maximumvärde enl. fig. 12 b. Om man sammanställer kurvorna enl. fig. 12 a och b samt låter båda utgå ifrån tiden t_0 , dvs. det tidsmoment, vid vilket självsvängning inträder ($r = -r_1$), erhålles fig. 12 c. Vi se här hur strömmen enligt kurva I når sin maximiamplitud betydligt tidigare än strömmen enligt kurva II. Tidsskillnaden mellan kurva I och II är den redan tidigare omtalade förskjutningstiden, vars existens ytterligare bekräftas av ovanstående resonemang. Proportionerna mellan startamplituden vid tidpunkten t_0 och maximiamplituden I_{max} i fig. 12 a, b och c har för åskådlighetens skull valts felaktiga. I verkligheten är störspänningen eller den svaga signalspänning, vilken startar självsvängningen, så oerhört liten i förhållande till maximiamplituden I_{max} , att den om den skulle återges på fig. 12 med sin verkliga storlek, inte alls skulle synas.

Då ett rör svänger är den över gallerkretsen erhållna högfrekvensspänningens amplitud så stor att gallret blir positivt under högfrekvensspänningens positiva halvperioder. Härvid uppstår gallerström i röret. Denna gallerström är direkt proportionell mot högfrekvensspänningens effektivvärde. Högfrekvensspänningens effektivvärde är emellertid

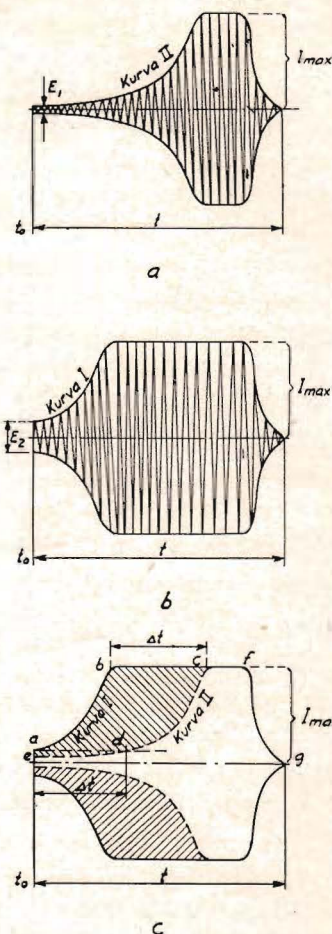


Fig. 12.

direkt proportionellt mot arean av den yta, som begränsas av högfrekvensens envelopp, som bildas då röret svänger upp under varje pendelperiod motsvarande tiden t i fig. 12 a, b och c. Om ovan nämnda area varierar, kommer sålunda gallerströmmen att variera proportionellt härmed. I fig. 12 c få vi, då en svag signal (E_1) inkommer, en gallerström, som är proportionell mot arean $e-c-f-g-e$. Då en stark signal (E_2) inkommer, startas oscilleringen tidigare, och en större gallerström, proportionell mot arean $a-b-c-f-g-e-a$, uppstår. Skillnaden mellan areorna, lika med den skuggade ytan i fig. 12 c, är således proportionell mot ändringen hos gallerströmmen. Om vi förskjuta kurva I horisontellt åt höger, kommer denna att helt sammanfalla med kurva II. Linjen $a-b$ kommer härvid att svepa över arean $a-b-c-d-a$, vilken är direkt proportionell mot förskjutningstiden Δt . Den så kallade skuggade ytan utgöres av nyssnämnda area plus arean $a-d-e-a$. Arean $a-d-e-a$ är på grund av högfrekvensspänningens oerhört låga begynnelseamplitud emellertid så liten, att den kan försummas, varför vi utan vidare kunna anse att den skuggade ytan är direkt proportionell mot förskjutningstiden.

Förstärkningen vid den superregenerativa detektorn kan

på grundval av ovan sagda tänkas tillgå på följande sätt: Variationen (modulationen) hos den inkommande högfrequenssignalen ger upphov till en variation i oscillatorns starttid lika med förskjutningstiden. Variationen hos förskjutningstiden ger upphov till en variation i arean av den mot förskjutningstiden direkt proportionella skuggade ytan. Variationen hos den skuggade ytans area ger upphov till en variation av den direkt mot denna area proportionella gallerströmmen. Genom att gallerströmmen flyter genom gallerläckan, uppstår över denna ett spenningsfall, vilket ger gallret en negativ förspänning. Variationer i gallerströmmen ge sålunda upphov till en varierande gallerförspänning, vilken i sin tur ger upphov till motsvarande fluktuationer i anodströmmen.

C. Förstärkningens beroende av:

1. Antalet skuggade ytor per sek.

Eftersom detektorn råkar i självsvängning under varje pendelperiod, få vi också en skuggad yta per pendelperiod. Antalet skuggade ytor per sekund är således ingenting annat än pendelfrekvensen. Den skuggade ytan är ju ett direkt mått på variationen hos gallerströmmen. Om antalet skuggade ytor per sek. ökas, måste således också variationen hos gallerströmmen öka och därmed också förstärkningen. För att ernå största möjliga förstärkning måste man således eftersträva att få så många skuggade ytor per sek. som möjligt, vilket åstadkommes genom att öka pendelfrekvensen. För att höja förstärkningen bör man även eftersträva att öka den skuggade ytans area. Denna är ju som vi tidigare sett direkt proportionell mot förskjutningstiden och en ökning av denna åstadkommer således en ökning av den skuggade ytans area.

Vid låga pendelfrekvenser är antalet skuggade ytor per sek. litet, medan däremot förskjutningstiden är stor. Höjningen av förskjutningstiden vid låga pendelfrekvenser är emellertid ej tillräcklig för att kompensera för förlusten i antalet skuggade ytor per sek., varför känsligheten blir låg.

2. Förskjutningstiden.

Förskjutningstiden är en funktion av: pendelfrekvensen, pendelspänningen, pendelspänningens kurvform, det använda detektorrörets karakteristik samt även av den inkommande signalspänningens amplitud. Att omedelbart inse vilken av dessa parametrar som har det största inflytandet på förskjutningstiden är inte så lätt. Emellertid torde pendelfre-

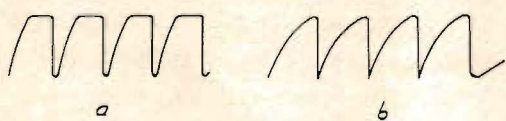


Fig. 13.

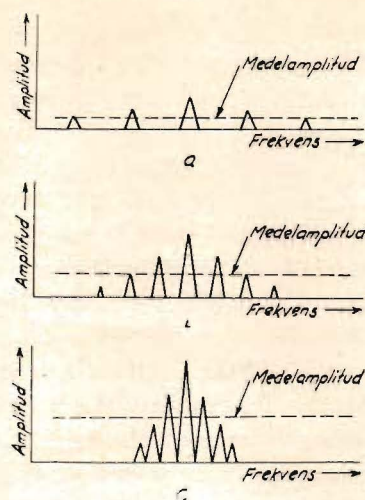


Fig. 14.

kvensen och pendelspänningens kurvform vara de avgörande faktorerna vid en given koppling.

Förskjutningstiden är en av de faktorer, vilka ha det största inflytandet på förstärkningen, ty funnes inte förskjutningstiden, vore förstärkning enligt den superregenerativa principen omöjlig. Om man ökar pendelfrekvensen så mycket att man kommer in på det icke självsvängande området, blir förskjutningstiden noll och förstärkningen går förlorad.

3. Högfrequenssvängningens amplitud.

Emellertid är det ju som vi redan sett inte enbart förskjutningstiden, som är avgörande för förstärkningen. Om man skall tala om någon avgörande faktor då det gäller förstärkningen, torde detta vara den sammanlagda arean av de skuggade ytorna per sek. En enda skuggad yta bestämmes till sina dimensioner dels såsom vi redan känna till av förskjutningstiden, vilken ger ytan dess bredd och dels av högfrequensens maximiamplitud, som ger ytan dess höjd. En ökning av högfrequensens amplitud innebär således en ökning av den skuggade ytans area, vilket i sin tur är liktydigt med större förstärkning. En ökning av högfrequensens maximiamplitud I_{max} åstadkommes genom ökad pendelspänning, ökad återkoppling eller bådadera.

4. Pendelspänningen.

Vi ha således sett, att en ökning av bland annat pendelspänningen ger ökad förstärkning. Bortsett från mycket låga pendelfrekvenser är det i regel så, att förstärkningen stiger med stigande pendelspänning. Detta givetvis under förutsättning att detektorn hela tiden arbetar superregenerativt. Om pendelspänningen vid en relativt hög pendelfrekvens ökas för mycket, försättes detektorn i det icke svängande tillståndet, som beskrivits i avsnitt III A, punkt 3 (jämför även fig. 4). Vid en högre pendelspänning blir kretsens insvängningsförlopp snabbare, vilket gör det möjligt att använda en högre

pendelfrekvens utan att pärlbandsfenomenet inträder. Högre pendelfrekvens är ju liktydigt med flera skuggade ytor per sek. och därmed större förstärkning.

5. Pendelfrekvensen.

I allmänhet stiger förstärkningen med stigande pendelfrekvens. Av ovan sagda framgår ju tydligt att förstärkningen är proportionell mot pendelfrekvensen. Detta gäller emellertid inte, om pendelfrekvensen göres mycket hög. Väljes pendelfrekvensen för hög, blir det superregenerativa arbetstillståndet labilt, vilket framgår av diagrammet i fig. 4, eller också uppträder pärlbandsfenomenet. Innan pärlbandsfenomenet blir hörbart, ha vi en mycket flack och osektiv resonanskurva, dvs. dålig känslighet. Om pendelfrekvensen sänkes, komma de enskilda resonansstopparna att sammansmälta, och resonanskurvan i sin helhet blir smalare och spetsigare, vilket betyder att såväl selektivitet som känslighet öka. Kurvorna *I* och *II* i fig. 11 visa ett typiskt pärlbandsfenomen vid för hög pendelfrekvens. Kurva *III* återger resonanskurvan vid en lägre pendelfrekvens och vi se här tydligt hur de enskilda resonansstopparna dra sig närmare varandra, samtidigt som den totala resonanskurvan blir högre och spetsigare. I kurva *IV* är pendelfrekvensen ännu lägre, och vi se här hur resonansstopparna delvis börjat sammansmälta. Av ovan sagda framgår, att pendelfrekvensen måste ha ett optimalt värde, som bestämmes dels av graden av frekvensmodulering, dels av antalet skuggade ytor per sek. och dels av kretsens dämpning (se nästa punkt).

6. Dämpningen.

Den i V A omtalade dämpningen har en avgörande betydelse då det gäller att ernå stor förstärkning. Om vi betrakta fig. 12 a, se vi, att en avsevärd del av tiden t åtgår för högfrekvensens uppbyggnad till sin maximiamplitud I_{max} . Vid hög pendelfrekvens hinner aldrig högfrekvensen att uppnå sin maximiamplitud förrän den åter sjunker på grund av att pendelspänningen går mot sin negativa halvperiod. Vore kurvan *II* i fig. 12 a däremot brantare, dvs. dämpningen större, skulle högfrekvensen betydligt snabbare nå sin maximiamplitud. Genom att medelst ett parallellmotstånd eller på annat sätt kraftigt neddämpa den avstämda kretsen kan man således tillåta en högre pendelfrekvens utan att högfrekvensens maximiamplitud begränsas. På grund av den högre pendelfrekvensen erhållas ju flera skuggade ytor per sek. och därmed också större förstärkning. Givetvis kan man inte dämpa ned kretsen hur mycket som helst, ty då kommer ju dämpningen som sådan att försämra känsligheten mera än vad en höjning av pendelfrekvensen förbättrar densamma. Följden blir således, att även dämpningen får ett optimalt värde.

Dämpningen kommer ju dessutom att försämra selektivi-

teten. Vill man ha stor förstärkning, får man således nöja sig med dålig selektivitet eller vice versa.

7. Pendelspänningens kurvform.

Pendelspänningens kurvform har en inte oväsentlig betydelse då det gäller att uppnå största möjliga antal skuggade ytor per sek. I själva verket utnyttjas ju endast pendelspänningens positiva halvperiod. Den negativa halvperioden kan betraktas såsom onyttig, då ju inte detektorröret självsvänger under denna del av pendelperioden. Det egentligen enda nyttiga tidsmomentet under varje pendelperiod är ju det, under vilket oscillatorröret råkar i självsvängning och högfrekvensen bygger upp sin amplitud. Noga bestämt den tid som åtgår för att utbilda den skuggade ytan. För att minska de onyttiga tidsmomenten under en pendelperiod, öka de skuggade ytornas antal samt uppnå största möjliga verkningsgrad hos den superregenerativa detektorn måste man ge pendelspänningen en sådan kurvform, att den snabbt startar självsvängningen hos detektorn, samt att den så gott som omedelbart därefter åter stoppar densamma. För att uppfylla ovanstående villkor har det visat sig lämpligt att använda en rektangulär eller sågtandad kurvform enl. fig. 14 a och b. Dylka kurvformer erhållas i regel från de så kallade relaxationoscillatorerna. Vid så kallade självpendlande superregenerativa detektorer åstadkommas de genom att man helt enkelt använder en mycket stor gallerläcka.

8. Pärlbandsfenomenet.

Som tidigare omnämnts består resonanskurvan vid en superregenerativ mottagare av en rad mindre resonansstoppar, vilka, om pendelfrekvensen är hög, ligga långt ifrån varandra. Spänningen på detektorns galler (dvs. spänningen över avstämningsskretsen) är direkt proportionell mot de enskilda resonansstopparnas medelamplitud enl. fig. 15 a, b och c. Om de enskilda resonansstopparna ligga långt isär, blir deras amplitud liten och följaktligen också förstärkningen liten. Ligga topparna närmare varandra blir deras medelamplitud stor, och vi få då en större förstärkning (jmf. fig. 15 a, b, c). Av ovanstående framgår således att vi vid ett tydligt märkbart pärlbandsfenomen får dålig förstärkning.

VI. Selektiviteten.

Då den superregenerativa mottagaren injusterats så, att största möjliga förstärkning erhålles, är selektiviteten hos densamma som regel dålig.

Vid den vanliga återkopplade detektorn ökar selektiviteten ju närmare återkopplingsgränsen man kommer. Selektiviteten ökar med andra ord, då det resulterande motståndet R i kretsen går mot noll. F. W. Frink⁸ har visat, att detsamma gäller även vid en superregenerativ detektor, med den skillnaden, att det härvidlag rör sig om ett resulterande negativt

motstånd, som går mot noll. Enligt Frink skulle en signal-spänning, som ligger ett stycke ifrån resonansfrekvensen och har amplituden E_n och vinkelfrekvensen ω_n ge samma ökning i oscillatorströmmen, som en signalspänning med en vinkelfrekvens ω_r = resonansfrekvensen och amplituden E_r , om förhållandet mellan spänningarna vore:

$$\frac{E_n}{E_r} = \frac{\omega_n L - 1/\omega_n C}{R}$$

Detta visar, att selektiviteten kan förbättras genom att minska det resulterande negativa motståndets R 's absolutvärde eller genom att öka induktansen L .

Det resulterande negativa motståndet hos en superregenerativ detektor kan minskas genom att man minskar graden av återkoppling. En starkt bidragande orsak till dålig selektivitet torde också pärlbandsfenomenet vara. Härvid kommer ju den totala resonanskurvan att utgöras av en rad mindre resonanskurvor eller toppar spridda över ett relativt stort frekvensområde. Enligt Grimes och Barden⁹ lär en superregenerativ detektor kunna göras betydligt selektivare än en vanlig avstämd detektor utan någon återkoppling. Med ett extra rör som högfrekvensförstärkare kan man således få en tämligen selektiv apparat. Efter vad man numera känner till om den superregenerativa mottagningsprincipen torde det för övrigt inte vara omöjligt att uppnå mycket god selektivitet även med en superregenerativ detektor.

VII. Fadingutjämnningen.

A. Logaritmiskt arbetssätt.

På grund av oscillatorströmmens exponentiella tillväxt kommer variationen hos förskjutningstiden, dvs. variationen av den skuggade ytans area, att ske logaritmiskt. Gallerströmmen hos detektorn är som vi sett direkt proportionell mot den skuggade ytan, varför även gallerströmmen måste variera logaritmiskt. Anodströmmen slutligen är ju en direkt funktion av gallerströmmen och måste således även denna variera efter någon slags logaritmisk kurva. Denna logaritmiska variation av anodströmmen hos den superregenerativa detektorn ger upphov till en automatisk volymkontroll, som ifråga om effektivitet vida överträffar den automatiska volymregle-

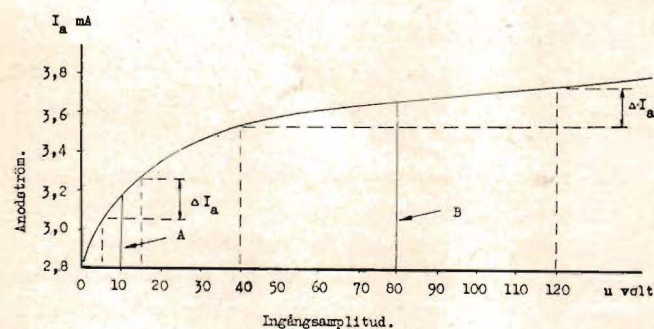


Fig. 15.

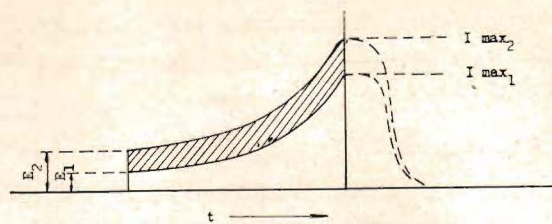


Fig. 16.

ringen, som vi känna till från den moderna superheterodyn-mottagaren.

Kurvan i fig. 16 anger anodströmmen som funktion av ingångsamplituden. A betecknar här amplituden hos den omodulerade bärvågen från en svag station. De streckade linjerna på ömse sidor om linjen A betecknar lägsta resp. högsta amplitud, då stationen i fråga är 50 % modulerad. Vid modulering erhålla vi en variation ΔI_a i anodströmmen. Om vi nu i stället ta in en 8 gånger så kraftig sändare B , vilken ävenledes är 50 % modulerad, erhålla vi en anodströmsvariation, vars amplitud är i det närmaste lika stor som den, vilken erhöles från den 8 gånger svagare stationen A .

Vi ha således sett, hur den superregenerativa detektorns utmärkta automatiska volymkontroll åstadkommes just tack vare den logaritmiskt varierande anodströmmen. Förutom den kraftigt reglerande verkan har denna typ av automatisk volymkontroll även den fördelen att den till skillnad från andra kända system saknar tidsfördröjning, vilket gör det möjligt att eliminera den på kortväg ofta uppträdande snabbfadingen. Den logaritmiska variationen i anodströmmen inför emellertid distortion, vilket ju är en nackdel.

Under förutsättning att högfrekvensen tillåtes uppnå sin maximiamplitud under varje pendelperiod erhålles ovan beskrivna arbetssätt, vilket brukar kallas det logaritmiska.

B. Lineärt arbetssätt.

Den distortion, som uppträder vid logaritmiskt arbetssätt, är enligt Rosenstein⁵ vid en modulationsgrad av 50 % ej nämnvärt större än den, vilken erhålles vid en vanlig detektor med kvadratisk karakteristik.

För att förhindra distortion har man emellertid vid den superregenerativa detektorn även möjlighet att erhålla en tämligen linjär likriktning. Härvid går man givetvis miste om den goda automatiska volymregleringen samt erhåller i viss mån nedsatt känslighet. Den lineära likriktningen erhålles om man justerar in detektorn så, att högfrekvenssvängningen under varje pendelperiod avbrytes innan den nått sin maximiamplitud. Härvid kommer högfrekvensens maximiamplitud att variera i takt med den inkommande högfrekventa signalspänningens styrkevariation (=modulering-en). Storleken av den skuggade ytans area kommer härvid att till största delen bestämmas av maximiamplitudens stor-

lek. Eftersom denna varierar lineärt med signalamplituden, kommer också den skuggade ytan att variera lineärt, och vi erhålla det så kallade lineära arbetssättet.

VIII. Sammanfattning.

Den superregenerativa detektorn kan närmast jämföras med en gallerlikriktande detektor, vilken periodiskt råkar i självsvängning. Den periodiska självsvängningen åstadkommes genom att man medelst en hjälpspanning, den så kallade pendelspänningen, varierar någon av detektorrörets karakteristik beroende parameter.

Man skiljer på tre olika arbetstillstånd, nämligen: modulations-, icke självsvängande- och superregenerationstillståndet, vilket senare är det i praktiken använda. I vilket av dessa arbetstillstånd en given superregenerativ detektor befinner sig, är beroende bland annat av pendelspänning, pendelfrekvens och kretsens dämpning.

Man igenkänner lätt en superregenerativ mottagare på det karakteristiska brus, vilket kommer från detektorn, då ingen yttre signal påverkar densamma. Inkommer däremot en signal av tillräcklig styrka, försvinner detta brus.

Det kan anses fastslaget att flera olika faktorer påverka förstärkningen och har det enligt föreliggande artikel framkommit att förstärkningen ökar med:

1. Ökat antal skuggade ytor per sek.
2. Förskjutningstiden.
3. Ökad amplitud hos högfrekvensen (=öklad återkoppling).
4. Ökad pendelspänning.
5. Ökad pendelfrekvens (intill en viss gräns).
6. Ökad dämpning av svängningskretsen.
7. Lämpligt vald kurvform hos pendelspänningen.
8. Ökad stabilitet hos detektorn i svängande tillstånd (= minskat pärlbandsfenomen).

Punkt 3 och 6 medföra i regel en ökning av det karakteristiska bruset och en försämring av selektiviteten. Punkt 8 däremot innebär en förbättring av selektiviteten.

Man kan vid en superregenerativ mottagare få en automatisk volymreglering, som i fråga om effektivitet överträffar varje annat känt system.

Under förutsättning att man kan eliminera det besvärande bruset, vilket ej torde vara omöjligt, bör enligt författarens mening den superregenerativa detektorn kunna komma till betydligt större användning vid rundradioapparater, än vad som hittills varit fallet.

IX. Appendix.

Beteckningar:

i =strömmen, t =tiden, $\omega=2\pi f$, f =frekvensen,

$$\alpha = \frac{R}{2L}, \quad \beta = \sqrt{\frac{R^2}{4L^2} - \frac{1}{LC}},$$

R =resultierande motståndet i kretsen,

L och C =induktans resp. kapacitet,

E_1 och E_2 =signalspänningar.

Oscillatorströmmens amplitud I_0 :

$$I_0 = \frac{E\omega}{R\beta} e^{\alpha t} \quad (1)$$

För att erhålla den tid, vilken erfordras för att strömmen skall nå sitt maximivärde I_{max} , omskriva vi ekv. (1) på följande sätt:

$$e^{\alpha t} = e^{\frac{R}{2L}t} = \frac{I_0 R \beta}{E \omega} \quad (2)$$

$$\frac{R}{2L} t \quad e^{\log} = \frac{I_0 R \beta}{E \omega} \quad (3)$$

$$t = \frac{2L}{R} e^{\log} \frac{I_0 R \beta}{E \omega} = \frac{2L}{R} \left(e^{\log} \frac{I_0 R \beta}{\omega} - e^{\log} E \right) \quad (4)$$

Om t_1 och t_2 äro de tider, vilka fordras för att oscillatorströmmen (I_0) skall nå sitt maximivärde I_{max} vid signalspänningarna E_1 resp. E_2 , så är skillnaden mellan t_1 och t_2 =förskjutningstiden t_f :

$$t_f = t_1 - t_2 = \frac{2L}{R} \left[\left(e^{\log} \frac{I_0 R \beta}{\omega} - e^{\log} E_1 \right) - \left(e^{\log} \frac{I_0 R \beta}{\omega} - e^{\log} E_2 \right) \right] = \frac{2L}{R} (e^{\log} E_2 - e^{\log} E_1) = \frac{2L}{R} e^{\log} \frac{E_2}{E_1} \quad (5)$$

Eftersom ändringen i detektorns anodström är direkt proportionell mot förskjutningstiden, framgår den superregenerativa detektorns logaritmiska arbetssätt direkt av ovanstående.

Litteratur.

- 1) E. H. Armstrong, P.I.R.E. vol. 10, sid. 224, aug. 1922.
- 2) Van der Pol, P.I.R.E. februari 1929, sid. 339.
- 3) G. Gorelik och G. Hintz, Zeit. für Hochfrequ. techn. Bd 38, sid. 222, 1931.
- 4) H. Ataka, I.R.E. vol. 23, sid. 841, aug. 1935.
- 5) H. O. Rosenstein, Zeit. für Hochfrequ. techn. Bd 42, sid. 85, 1933.
- 6) H. Barkhausen och G. Hössler, Hochfrequ. techn. Bd 42, sid. 41, 1933.
- 7) H. Winter-Günter, Zeit. für Hochfrequ. techn. Bd 37, sid. 00, 1931.
- 8) F. W. Frink, Proc. I.R.E. vol. 26, sid. 76, jan. 1938.
- 9) Grimes och Barden, »A study of superregeneration», Electronics, vol. 7, sid. 44, febr. 1934.
- 10) E. O. Hulbert, Proc. I.R.E. vol. 11, sid. 391, aug. 1923.
- 11) W. L. Barrow, Proc. I.R.E. vol. 21, sid. 1182, aug. 1933.
- 12) H. Kohn, Zeit. für Hochfrequ. techn. Bd 37, sid. 51 och 98.
- 13) P. David, Les »Super-Réactions», Onde El. 7, sid. 217, 1928.
- 14) P. David, P. Dufour och R. Mesny, Etude oscillographique de la Super-Réaction, Onde El. 4, sid. 175, 1925.
- 15) G. Ostroumow, Über die Ursache der ungeheuren Empfindlichkeit des Pendelrückkopplers, Telegrafia i Telefonia bez Prowadow, 8, sid. 417, No. 43, 1927 (på ryska).
- 16) A. Andronow och A. Witt, Zur mathematischen Theorie des Mitnehmens.
- 17) The Journal of Applied Physics 7, sid. 3, No. 4, 1930 (på ryska).

Amerikansk rörfabrikation

I föregående artikel redogjorde vår medarbetare för besök hos amerikanska mätinstrumentföretag och kända leverantörer av laboratorieinstrument. Här nedan omtalas några besök inom rörindustrin.

Av civilingenjör Harry Stockman

New York i mars 1941.

Amerikas rörindustri av i dag är synnerligen mäktig med miljoner dollars investerade i olika anläggningar för tillverkning av elektronrör och jonrör (gasfyllda rör). Några revolutionerande nyheter äro ej att notera — eller äro ej officiellt kända, borde man kanske säga, sedan försvarsberedskapen lagt tystnadsplikt på ultrakortvägsindustrin, speciellt då fabrikationen av Klystron-rör. Emellertid går utvecklingen ständigt framåt, och allt ändamålsenligare rörtyper med allt bättre data komma successivt i marknaden.

Hygrade Sylvania, Salem, Massachusetts.

Detta studiebesök företogs i samband med IRE:s, Institute of Radio Engineers, senaste sommarkonvention i Boston 1940. Salem, ett vackert samhälle av historisk betydelse, ligger någon timmes bussresa från Boston. Sylvania är en av de största rörproducenterna i USA och har specialiserat sig på mottagarrör, ehuru fabrikationen ej är inskränkt till enbart dessa rör. Fabriken i Salem är ytterst modern — den byggdes 1936 — och har en produktionskapacitet av 60 000 rör per dag. Antalet anställda är 1 400. Största delen av Sylvanias fabrikation är förlagd till en jätteanläggning i Emporium, en ort längre in i landet, där även forsknings- och utvecklingslaboratorierna finnas. Katodstrålrör tillverkas vid en fabrik i S:t Marys i närheten av Emporium. Sylvania har en total produktionskapacitet av 170 000 rör per dag.

Under ledning av Mr. R. Svensson, en svenskättling, gick



Fig. 1. Del av Hygrade Sylvanias rörfabrik i Salem, Massachusetts — en av Amerikas modernaste. (Foto: förf.)

författarens IRE-grupp igenom anläggningen, vars sevärheter välvilligt demonstrerades (detta var innan »fifth-columnist»-skräcken gripit omkring sig på allvar). Provningsskeden syntes fullkomnade intill gränsen för det möjliga för undvikande av »vargar» i produktionen. Provningen är så att säga invävd i fabrikationen och har i stor utsträckning formen av tempoarbete, där den ej är helautomatisk. Provningen av radiorör har aldrig varit så ingående som den nu är — det är antagligen fordringarna för militära leveranser, som skärpt provningsbestämmelserna. Sålunda undersökas nu rören med avseende på störningsfriheten på flera olika sätt.

Metoderna för katodens beläggning med elektronemitterande material följer konventionella riktlinjer. För direkt-upphettade rör användes systemet med en serie torkugnar, åtskilda av behållare med det aktiva materialet, genom vilka glödtråden passerar. För indirekt upphettade rör tillämpar man metoden att spruta på materialet på nickelkatoden medelst en färgspruta.

RCA Manufacturing Co., Harrison, New Jersey.

RCA Manufacturing Company har två stora anläggningar: rörfabriken i Harrison och all-round jätteanläggningen i Camden. Ehuru Camden ej har någon egentlig rörtillverkning (en experimentverkstad finns dock), utföres mycket av forskningsarbetet därstädes, särskilt beträffande televisions- och ultrakortvägsrör.

Författaren hade tillfälle se rätt mycket av anläggningen i Harrison under ledning av en av ingenjörerna, Mr. R. E.



Fig. 2. Sylvania Club, där de anställda tillbringa en stor del av sin fritid.

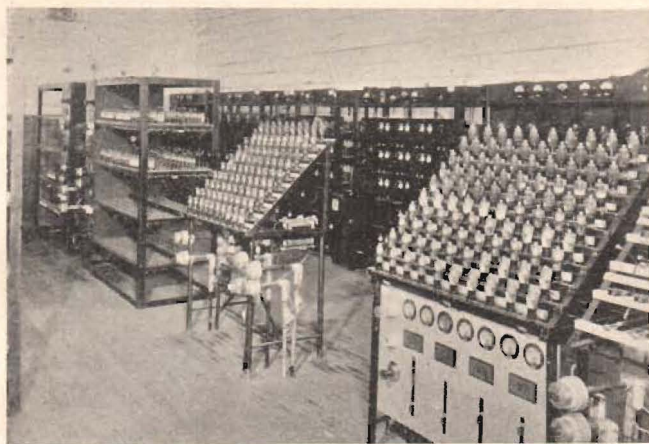


Fig. 3. Stativ för provning av radiorörens livslängd vid Sylvania-fabriken.

Nelson. Denna rörfabrik säges vara den största i världen med en produktionskapacitet av fem miljoner rör per månad. Om man räknar med tjugu arbetsdagar per månad (detta var på den gamla goda tiden, innan begreppen »beredskap» och »nyordning» vunnit insteg hos det amerikanska folket), motsvarar detta en dagsproduktion av en kvarts miljon rör per dag. Vid författarens besök — under mellansäsongen — var dagsproduktionen 100 000 rör per dag.

Så gott som uteslutande kvinnlig arbetskraft användes för rörtillverkningen. »Group-mounting» har accepterats genomgående med två à sex arbeterskor i varje grupp. Man arbetar under större delen av dagen vid högtalarmusik. För att stimulera intresset hos de anställda anordnar man tävlingar mellan de olika »lagen» om lägsta »shrinkage» eller kassationsprocent. När man går utefter bänkarna, kan man avläsa de olika gruppernas resultat på stora anslagstavlor. (Var

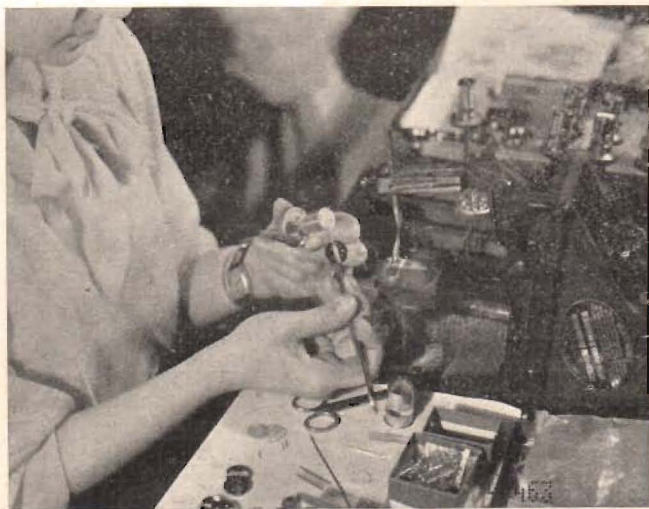


Fig. 4. Från rörtillverkningen i Harrison — en närbild. Maskinen t. h. är en svetsapparat för punktsvetsning. Flickan på bilden är i färd med monteringen av en pentod och har just lyft upp elektrod-systemets övre stödbrixa med en pincett.



Fig. 5. En annan bild från rörtillverkningen i Harrison. I förgrunden en karusell för detaljarbete på pentodernas toppanslutning. I bakgrunden skymta några gruppmonteringslag i stora monteringshallen.

det ej Ryssland som införde detta geniala system?) Tilläggas bör att förtjänsten går upp i den mån kassationsprocenten går ned.

Beträffande rörtillverkningen må nämnas, att metoden att klämma in gallertråden i jack i stödtrådarna (the »peening» method) övergivits till förmån för moderna svetsmetoder. Vidare blir förkarbonisering av vissa monteringsdelar, exempelvis anoderna, allt vanligare. Dessa delar äro alltså färdiga för montering, så snart de pressats ut ur den karboniserade plåtremsan. (Allmänt gäller att karbonisering av en elektrod ger denna mer eller mindre samma strålning-

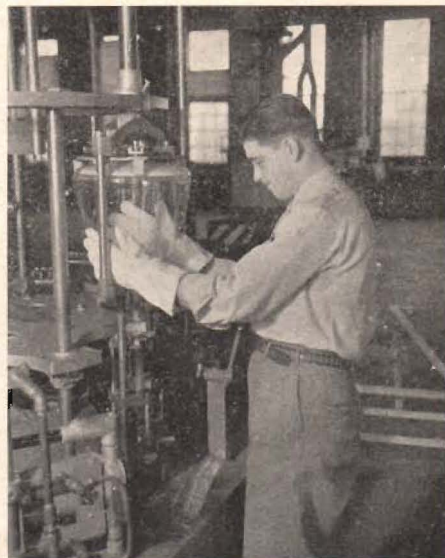


Fig. 6. Bild från RCA:s rörfabrik i Harrison, New Jersey — glasbläsiavdelningen för bildrör. T. v. en maskin för sammanfogning av glasballongens koniska och cylindriska delar. Mannen på bilden är i färd med att centrera det koniska partiet, innan detta försättes i rotation.

egenskaper som en svart kropp och sålunda större förmåga att avgiva värme.)

För evakueringsens vidkommande ha metoderna växlat en smula; vid metallrörens framträdande blevo ju nya metoder erforderliga. Man gick över från upphettning av gettret med högfrekvensfält till metoden med punktlåga och kylfluftsstråle. I Amerika har man alltmer gått över till upphettning av gettret med en separat glödtråd, matad via ett extra kontaktstift i rörsockeln. Förgasningen kan kontrolleras på ett tillfredsställande sätt genom upphettningströmmens styrka och varaktighet. I större rör och i katodstrålrör äro ofta flera glödtrådar kopplade i parallell; metoden utnyttjas i såväl glas- som metallrör. RCA använder mycket det s. k. »batalum»-gettret, en blandning av barium- och strontiumkarbonat. De maskiner, i vilka kompletta getter med glödtråd tillverkas, ha en produktionsförmåga av 2 500 getter per timme.

I RCA:s rörfabrik har man en mycket högt uppdriven teknik på tillverkning av katodstrålrör av alla olika slag, för oscillografer, televisionskameror (kamerarör) och televisionsmottagare (bildrör). En mängd mätningar och provningar företagas innan rören få lämna verkstaden. Speciellt kritisk är man beträffande glasballongens hållfasthetsegenskaper. Sålunda undersöker man rören med avseende på spänningar i glaset med hjälp av polariserat ljus enligt känd metod. Risk för implosion är ju ständigt för handen, även om statistiken visar, att olyckor äro mycket sällsynta.

Vid evakueringsprocessen användas cesiumgetter i såväl kamerarör som bildrör. I det förra slaget av rör tillkommer ett silvergetter för mosaiken. Författaren hade tillfälle studera några ikonoskop i olika faser av evakueringsprocessen. Dessa hade tvenne silvergetter, placerade på ömse sidor om mosaikelektroden, på dess bildsida. Cesiumgettret var inneslutet i ett glaströr, anslutet till glasballongen i en punkt bakom mosaikelektroden. I själva verket består cesiumgettret

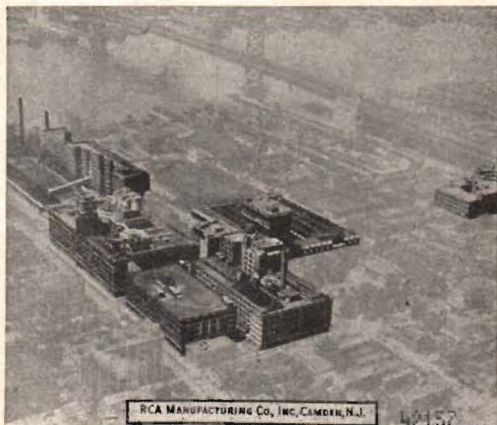


Fig. 7. RCA Manufacturing Co:s jätteanläggning i Camden, New Jersey. Här tillverkas snart sagt allting i radioväg och bedrivs teknisk forskning i stor skala. I bakgrunden skimtar den jättebro — givetvis en av världens största — som leder över till Philadelphia.

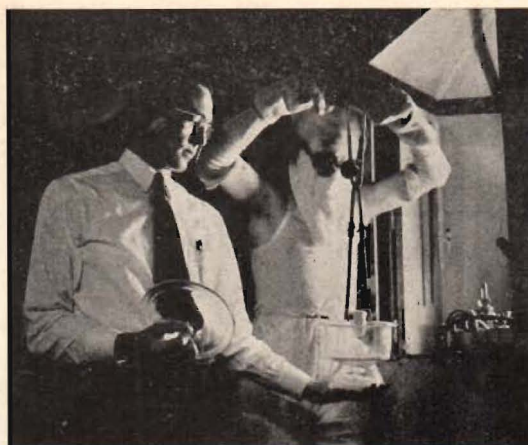


Fig. 8. Bild från RCA, Camden — experimentrörswerkstaden. En assistent har just tagit ut en degel med material för fluorescensskärmar ur ugnen och överlämnar den till ingenjören till vänster, som bestämmer materialets fluorescensegenskaper.

av tre à fyra delgetter, s. k. »pellets», anbragta i rad i glaströret, så att de kunna förgasas ett åt gången. När pumpningen avslutats och ikonoskopet avskilts från pumpen genom sugrörets avsmältning, är mosaiken täckt med cesiumoxid. Silver- och cesiumgettren upphettas nu växelvis, och effekten härav observeras med röret i arbete, genererande en mot den infallande bilden svarande bildspänning. Genom förångningen av silvergetter ökar man känsligheten och genom förångning av cesiumgetter bildkvaliteten. En kompromiss måste göras mellan förångade mängderna silver och cesium, och de egenskaper kameraröret erhåller, bero i högsta grad på, hur denna kompromiss träffas. Om för mycket silver förångas, passeras ett känslighetsmaximum, men maximala känsligheten kan återställas genom ytterligare förångning av cesium. Anledningen till att glaströret med cesiumgettren är anslutet bakom mosaikelektroden är närmast den, att detta visat sig lämpligt för erhållande av en jämnt fördelad cesiumbeläggning på mosaiken.

Farnsworth Television and Radio Corporation,
Fort Wayne, Indiana.

Vid författarens studiebesök hos Farnsworth i Fort Wayne — några timmars bussresa från Chicago — demonstrerades en del intressanta televisionsrör. Chef för laboratoriet för kommersiella rörtyper är Mr. C. Larsen, en norsk ingenjör. Han visade anläggningarna för glasblåsning, pumpning, evakuering och provning. Tillsammans med Mr. D. S. Mc. Kay, en studioingenjör, demonstrerade han den senaste typen av dissektorn — det av Farnsworth uppfunna kameraröret. Detta är på grund av otillräcklig känslighet ej lämpligt för studio- och utomhuskameror men däremot mycket ändamålsenligt för filmsändare, där ljusstarka bilder kunna erhållas med moderna bioprojektorer. Dissektorn har trenne spolsystem, ett för fokuseringen och två för avlänkningen. Enär den i



Fig. 9. Provningsutrustning för bildrör på RCA:s laboratorium i Camden. På bildskärmen syns den provbild man använder för bestämning av rörets reproduktionsförmåga. T. h. RCA:s stora laboratorieoscillograf — ett mycket användbart instrument.

elektrodsystemet ingående accelerationselektroden även har fokuseringsverkan, uppträder en jonfläck efter en tid, och ett av problemen i fråga om dissektorns konstruktion är, hur denna jonfläck skall kunna elimineras. En elva stegs elektronmultiplikator användes för den ofrånkomliga direkta förstärkningen och ger en förstärkning om 40 000 gånger. Det räcker därför med ett enda steg i kameraförstärkaren. Denna förstärkare förenklas härigenom och kan givas stor bandbredd och liten fasdistortion.

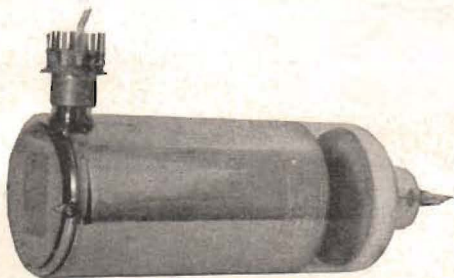


Fig. 10. Farnsworth's nya dissektor med den excentriskt placerade elektronmultiplikatorn om elva steg, som ger 40 000 gångers förstärkning. Dissektorkameran är huvudsakligen avsedd för filmtelevision.

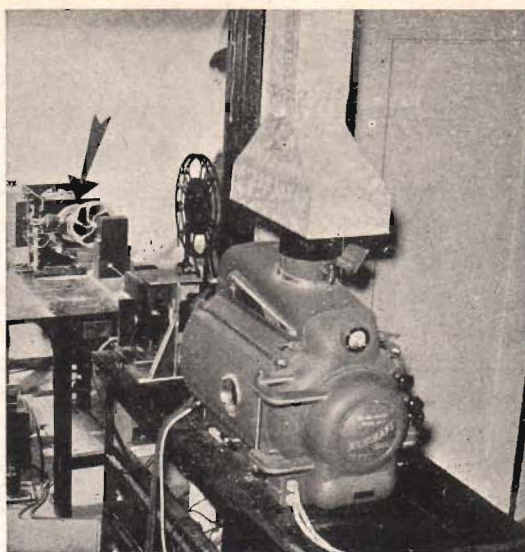


Fig. 11. Farnsworth's dissektor har funnit ett nytt användningsområde — järgfilmtelevisionen. Här ovan ses Columbia Broadcasting Systems filmsändare med filmprojektorn närmast och kameran i bakgrunden. Elektronmultiplikatorn syns vid pilens spets.

Vid IRE:s årskonvention i januari 1941 på hotell Pennsylvania höll en Farnsworth-ingenjör ett uppmärksammat föredrag om förbättringar i dissektorns konstruktion. Genom icke önskad samverkan av olika fält erhålles en karakteristisk distortion, den s. k. S-distortionen (vissa rätta linjer återgivas krökta i S-form), men genom speciell konstruktion av spolar och elektroder har man nu lyckats nedbringa denna distortion till ett ofarligt värde. Fortfarande är dissektorn för okänslig för att kunna tävla med ikonoskopet i studios och utomhus, ehuru dissektorkameror byggts såsom studiokameror och under exceptionellt goda belysningsförhållanden också använts såsom sådana.

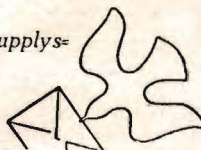
Farnsworth har specialiserat sig på kamerarör. En annan firma — Du Mont i Passaic, New Jersey — har i stället specialiserat sig på bildrör. Författaren hoppas att senare kunna återkomma till denna firma, varvid samtidigt en redogörelse skall lämnas för det s. k. »Du Mont-systemet», ett intressant televisionssystem.

Radioteknik

"Genom Brevskolans kurs i radioteknik har jag lärt mig första radio. Vad jag förut bara hade på känn, har nu blivit fullt klart. Många luckor i mitt vetande ha blivit fyllda."

Så skriver en av våra elever till oss. Vi lämna gärna upplysningar om våra kurser. Skriv till oss!

BREVSKOLAN STOCKHOLM 15



Nya rör

Europeiska helglasrör lanseras av Philips och Tungstam. Triod-heptod med flera användningsmöjligheter.*

Det hittills vanligaste utförandet av radiorören, där elektrosystemet uppbäres av en glasfot, liknande den som uppbär lystråden i en glödlampa, är icke idealiskt, i synnerhet ej om rören skola användas vid ultrahöga frekvenser. Ledningarna mellan elektroderna och kontakthanordningarna på sockeln bli långa, och vid mycket höga frekvenser är induktansen hos dessa ledningar tillräcklig för att störande fenomen skola uppträda. Mellan de olika ledningarna ha vi liksom en ömsesidig induktans, vartill kommer att inre kapaciteterna i röret bli relativt stora vid detta uppbyggnadssätt. De små avstånden mellan trådarna i glasfoten medföra isolationssvårigheter, och den nödvändiga rörsockeln av bakelit el. dyl. material medför förluster vid högfrekvens och ev. även variationer i de inre kapaciteterna vid rörets uppvärmning efter starten, vilket vid höga frekvenser kan medföra besvärligheter, såsom ökad frekvensdrift vid blandrör.

Helglasrören, som redan tidigare tillverkats av Philips i form av specialrör för televisionsmottagare samt av amerikanska rörfabrikanter i form av vanliga mottagarrör under namn av »Loktal» eller »Lock-in», eliminera i mycket hög grad de ovan antydda olägenheterna. Ledningarna till elektroderna bli korta, varigenom de inre induktanserna avsevärt reduceras och likaså rörets inre kapaciteter. Bakelitsockeln bortfaller, vilket betyder mindre förluster och ev. mindre

frekvensdrift. Avstånden mellan genomföringstrådarna i pressglasbotten, som ersätter glasfoten i de vanliga rören, bli större. Allt som allt besitta dessa rör avsevärda fördelar, när det gäller ultrahöga frekvenser. De ävenledes av Philips tillverkade stålrören representera en annan utvecklingslinje, och även dessa rör kännetecknas av korta elektrodledningar och små inre kapaciteter.

Philips' »nyckelrör».

De av Philips nu lanserade helglasrören, avsedda för användning i rundradiomottagare, ha fått namnet »nyckelrören». De tillverkas i tvenne serier, dels en 6,3 V-serie för växelströmsmottagare, dels en 100 mA-serie för allströmsmottagare.

Rörens uppbyggnad framgår av fig. 1, som visar högfrekvenspentoden EF 22. Elektrosystemet uppbäres av tre ståndare (4) med U-formig profil (trepunktsupphängning). Genom att glasfoten försvunnit blir rörets höjd reducerad. Även diametern är liten, 32 mm för alla typerna. Elektrosystemet

* Artikeln är baserad på informationsmaterial från Svenska A.-B. Philips.

Fig. 1. Konstruktionen hos högfrekvenspentoden EF 22.

- 1: getterskål.
- 2: glaskolv.
- 3: skärmgallerledning.
- 4: stöd för elektrosystemet.
- 5: pressglasbotten.
- 6, 7: yttre skärm.
- 8: genomföringsstift, diam. 1,27 mm.
- 9: upphöjning för ökning av krypträckan.
- 10: styrpinne av metall.
- 11: evakueringsrör.
- 12: smältrand.
- 13: styrgallerledning.
- 14, 15: skärm för styrgallerledningen.
- 16: perforerad inre skärm.

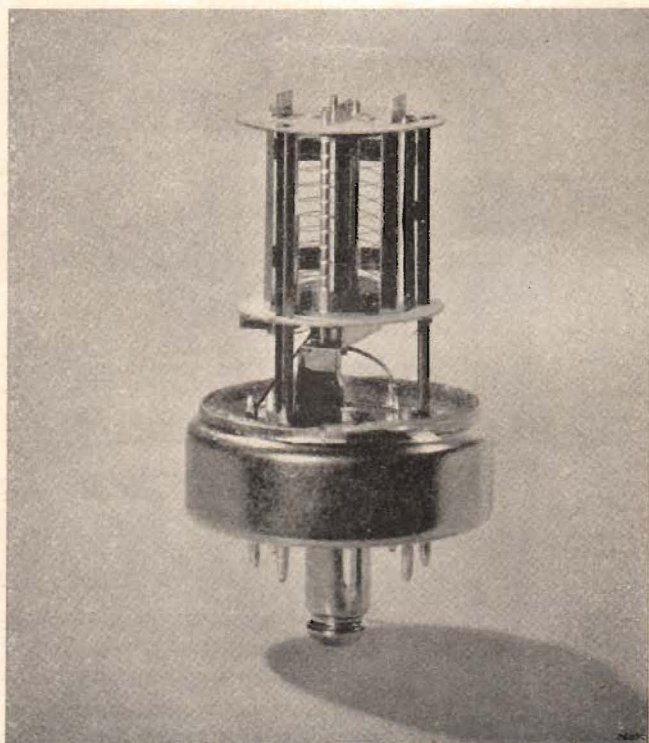
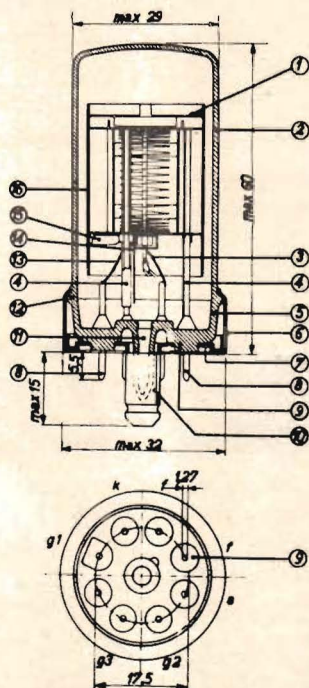


Fig. 2. Elektrosystemet i EF 22 med anodcylindern delvis bortskuren. Den inre skärmen, som eljest helt omsluter elektrosystemet, är här avlägsnad.

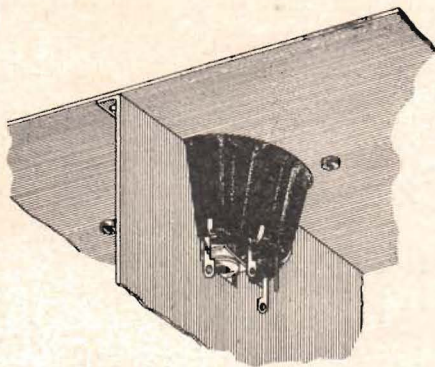


Fig. 3. Philips' hållare för »nyckelrör», sedd underifrån, med elektrostatisk skärm för åtskiljande av galler- och anodkretsarna.

blir synnerligen stadigt förankrat vid pressglasbotten, där de tre ståndarna äro fastsvetsade vid var sitt genomföringsstift. Kännetecknande är vidare att alla uttag äro anbragta i botten av röret. En omsorgsfull inre skärmning (14, 15, 16) och dito yttre (6, 7, 10) gör, att ett tillfredsställande lågt värde på anod-gallerkapaciteten erhålles. Galler- och anodstiften ligga på var sin sida om styrpinnen (10).

Vid rör med glasfot antar denna under drift hög temperatur, vid slutrör upp till 200° C. Vid »nyckelrören» blir temperaturen hos pressglasbotten vid motsvarande rörtyp endast 90° C. Detta erbjuder fördelar ur isolationssynpunkt.

»Nyckelrören» ha liksom de amerikanska helglasrören åtta kontaktstift i botten. Alla sockeldimensioner överensstämma

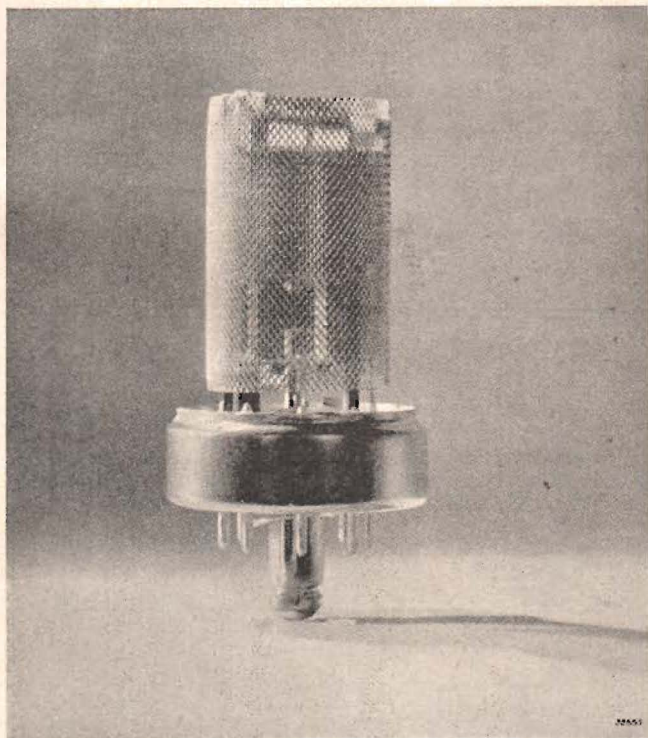


Fig. 4. Elektrodsystemet och utanför detta den perforerade inre skärmen vid triod-heptoden ECH 21.

GENERAL RADIO's

PRECISIONSINSTRUMENT

speciellt för radioändamål, användas sedan många år i vårt land som standard i laboratorier, provrum etc. De kännetecknas av modern, ändamålsenlig konstruktion, såväl elektriskt som mekaniskt, vilket gör instrumenten lättsköta, noggranna och driftsäkra även efter många års dagligt bruk.



Generalagent för Sverige

JOHAN LAGERCRANTZ

VÄRTAVÄGEN 21 — STOCKHOLM

Tel. 613308 — Telegramadr. Fivessvee

NYTT!

Just inkommen:

12" Perm. Dyn. High Fidelity Högtalare.
25 watt kontinuerlig belastning.

Hopfällbart mikrofonstativ.

Golvmodell. Förokromad mässing.
Max. höjd utan mikrofon 1,40 m.
Hopfällt 46 cm.

Pam Junior, Pam Master, Pam Giant.

Växelström Allström Förstärkare

Väntas i Juni:

Pam Junior Recorder inspelningsapparater.
Kristall graverdosor.

PAM—SAMSON

GENERALAGENTUR

Värtavägen 33 - STOCKHOLM - Tel. 612262

med de amerikanska rören. Kontaktstiften äro försilvrade för säkerställande av god kontakt. Liksom vid stålroren kan en elektrostatisk skärm anbringas på rörhållaren, skärmande de yttre kretsarna på galler- och anodsidan från varandra vid användande av röret som högfrekvensförstärkare.

Getterspegeln begränsning till övre delen av röret medför fördelen av mindre toleranser i in- och utgångskapaciteterna. Vid rör med glasfot äro dessa toleranser $\pm 0,8$ pF, vid de nya rören endast $\pm 0,4$ pF.

Fyra rörtyper ge alla kopplingsmöjligheter.

Växel- och allströmsserierna (E- resp. U-rören) innefatta tre resp. fyra nya rörtyper. Genom att triod-heptoden utförts med skilda uttag för triodgallret och heptodens tredje galler kan emellertid detta rör med fördel användas även för andra funktioner, såsom kombinerat mellan- och lågfrekvensrör, kombinerat lågfrekvens- och fäsvändarrör osv., vilket gör att man med blott fyra typer kan åstadkomma en hel rad olika kombinationer. Rörtyperna i E- och U-serierna äro följande:

E-serien.

EBL 21: dubbeldiod-slutpentod med hög branthet. Anodför-
lust 11 W.

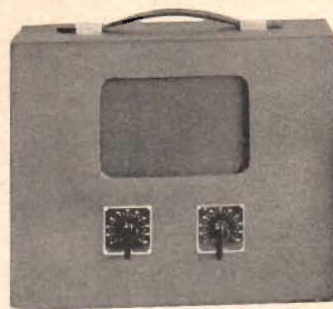
ECH 21: triod-heptod, användbar som 1) blandarrör, 2)
mellanfrekvens- och lågfrekvensrör och 3) lågfrekvens- och
fäsvändarrör.

EF 22: pentod med variabel branthet och glidande skärm-
gallerspänning, användbar som högfrekvens-, mellanfre-
kvens- och lågfrekvensrör.

Som likriktarrör i denna serie användes lämpligen typ
AZ1.

U-serien.

UBL 21: dubbeldiod-slutpentod med hög branthet. Slutpen-



**För
amatörer**

Byggsatser till batteriapparaten beskriven i detta
nr komplett med klotklädd låda, batterier och rör
Endast kronor 68:—.

Även byggsatser för större batteriapparater finnes.

CHAMPION RADIO A.-B.

Polhemsgatan 38 STOCKHOLM 53 65 81, 51 07 06

BYTEN OCH FÖRSÄLJNINGAR

Under denna rubrik införa vi standardiserade radannonser av nedan-
stående utseende till ett pris av kr. 2:— per rad. Minimum 2 raders
utrymme. Dessa radannonser äro avsedda att skapa en försäljnings-
kontakt radioamatörerna emellan.

Felaktiga mätinstrument köpas. Uppgiv önskat pris.
R. Carlsson, Örebro p.r.

toden medger enkel omkoppling mellan 200 och 100 V
anodspänning.

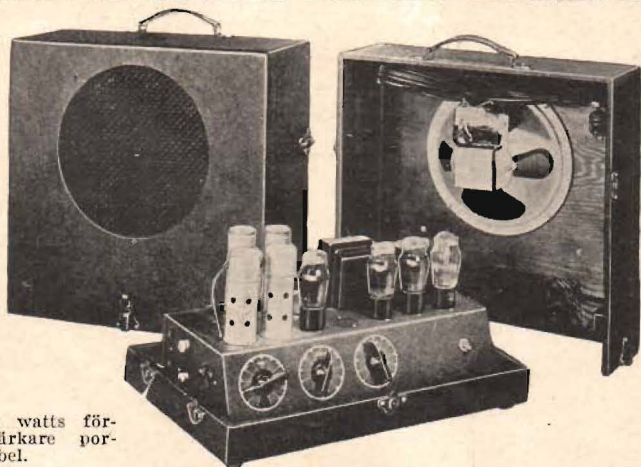
UCH 21: triod-heptod, identisk med ECH 21 så när som på
glödströmsdata och med samma användningsmöjligheter.

UF 21: pentod med variabel branthet, identisk med EF 22
så när som på glödströmsdata.

UY 21: indirekt uppvärmd halvvägslikriktare. Max. likrik-
tad ström 140 mA.

I en följande artikel skall de nya rörens användning om-
talas och olika kopplingar angivas.

W. S.



15 watts för-
stärkare por-
tabel.

TRIUMPH-förstärkare

Kvalitet in i minsta detalj.
Kraftigt överdimensionerade.
Rak frekvenskurva mellan 50—10 000 per.
Levereras i följ. storlekar 10—15—20—30—40—60
—120 watt.
Portabla modeller i elegant väska.
Begär offert.

Kristall och dynamiska mikrofoner i största sorte-
ring.
Mikrofonstativ. Kristallpick-ups.

TRIUMPH-RADIO

VÄSTMANNAGATAN 44 STOCKHOLM
Telefon 31 00 25 (växel)

För amatörbyggare

Transportabel 2-rörsmottagare med ramantenn

Av ingenjör Gösta Bäckström

(Champion Radio Aktiebolag)

Denna konstruktion är avsedd för lokalmottagning på mellanvåg med ramantenn, men en yttre antenn kan givetvis tillkopplas, varvid känsligheten stegras avsevärt och möjliggör god utlandsmottagning (i varje fall sedan lokal-sändaren slutat). Avstämningsspolen är lindad av vanlig bomullssomspunnen ringledningstråd (diam. 0,8 mm) och utförd som ramantenn. Varvantalet är totalt 20 varv. Vid 3 varv från slutändan räknat uttages jordpunkten, och de återstående varven tjänstgöra som återkopplingsspole. Avstämningsekondensatorn är av luftisolerad typ. För erhållande av mjuk återkoppling användas två gallerläckor, koplade till var sin sida av glödtråden.

Enär apparaten är avsedd att vara transportabel, användas en 5" permanentdynamisk högtalare och ett anodbatteri med »halv» kapacitet. Det sistnämnda går utmärkt, ty anodströmmen är endast 4,5 mA. För glödströmmen användes ett ringledningselement på 1,5 volt. Glödströmsförbrukningen är 0,1 A.

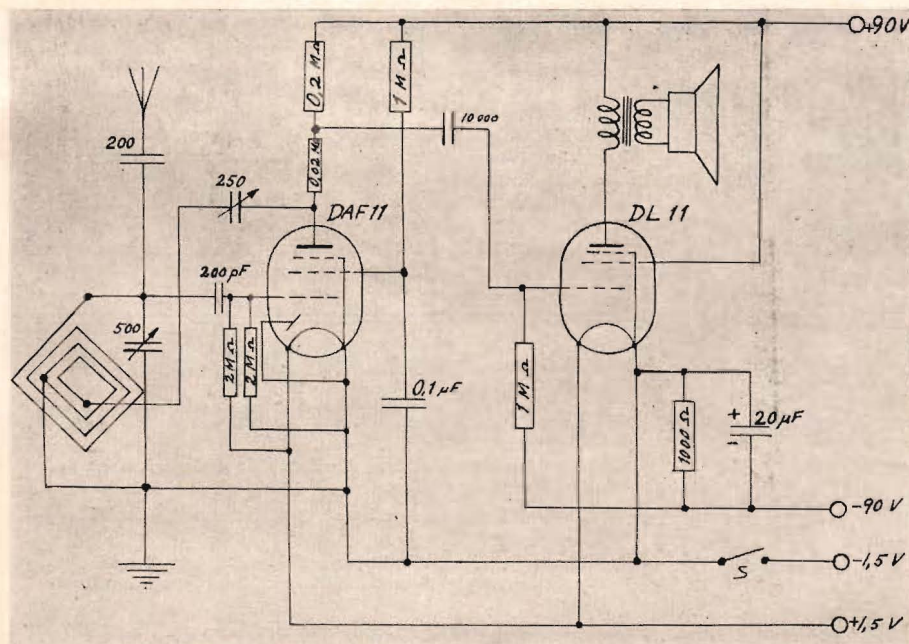
I modellapparaten har använts en högtalare med 10 000 ohms impedans. Trots den avsevärda snedanpassningen (röret DL 11 ger bästa resultat vid 22 000 ohm) var resultatet

Fig. 2. Apparatchassiet med ramantenn och batterier uttaget ur lådan.

tillfredsställande. Transformatorer med rätt impedans finns nu att köpa, och resultatet blir då ännu bättre.

Modellapparaten är inbyggd i transportabel låda klädd med klot.

Byggsatser till denna apparat föras i marknaden av Champion Radio AB, Polhemsgatan 38, Stockholm.



Materialförteckning.

- 1 rör DAF 11.
- 1 rör DL 11.
- 1 väska, klädd med klot och försedd med handtag.
- 1 chassi.
- 1 ram för lindning av antennspole.
- 1 rulle tråd för d:o.
- 2 rörhållare.
- 1 avstämningsekondensator, 500 pF.
- 1 återkopplingskondensator, 250 pF.
- 1 högtalare 5", med transformator för 22 000 ohm.
- 1 elektrolytkondensator, 20 μF.
- 1 antennbussning.
- 1 jordbussning.
- 7 motstånd, 1/2 watt (se schema).
- 1 rullblock, 10 000 pF.
- 2 rullblock, 200 pF.
- 1 rullblock, 0,1 μF.
- 2 rattar.
- 2 skalor för volym och avstämning.
- 1 strömbrytare.
- 2 kabelskor.
- 2 anodproppar.
- 1 anodbatteri, 90 volt.
- 1 ringledningselement, 1,5 volt.
- 1 kopplingstråd, kopplingsstöd, batterikabel.

Fig. 1. Mottagarens kopplingsschema. Om antennen är mer än några meter lång, måste ev. en mindre antennkondensator användas, för att man skall täcka de lägsta våglängderna på mellanvåg.

eia först i svensk radio



EIA-SPORT

4-rörs, 6-krets superheterodyn för batteridrift med kort-, mellan- och långvåg; autom. dubbel volymkontroll; 5" permanentdynamisk högtalare; tre inbyggda ramantennar: en för vardera våglängdsområdet — kan även användas för vanlig antenn; pegamoidklädd låda med bärhandtag; kraftigt specialbatteri med extra stor kapacitet; känslighet c:a 25 mikrovolt. Nr B 4204 inkl. batteri. Kr. 200:— inkl. oms.

Distriktförsäljare antagas på fördelaktiga villkor

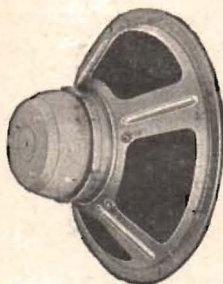
Till ELEKTRISKA INDUSTRI A.-B. Box 6074, Stockholm 6
Sänd utförlig beskrivning och försäljningsvillkor.

Namn:

Bostad:

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

Servicemän och amatörer



Stor sortering av alla
radiodelar

Låga priser!



12" P. M. krafthögtalare, välkänt amerikanskt fabrikat	Kr. 63:—
Grammofonchassier, kompl. med pick-up, växelström	Kr. 60:—
Do. allström	Kr. 69:—
Högtalare, lämpliga för batteriapparater från	Kr. 10:20
Pick-up, utmärkt konsertkvalitet	Kr. 9:—

Stor sortering av byggsatser och allt radiomaterial för reparationer.

Begär vår katalog, vilken sändes Eder gratis och franko.

NATIONAL RADIO

Mälaregatan 1 — STOCKHOLM — Tel. 20 86 62

RADIOINDUSTRIENS NYHETER

Radiokompaniet, Odengatan 56, Stockholm, för i marknaden ett par olika typer av signalgeneratorer av det amerikanska märket Clough-Brengle. Frekvensområdet är 100—32 000 kc/s (3 000—9,4 meter). Typ 110-A har direkt kalibrerad skala med 5 områden, och noggrannheten uppgives till 1 %. Typ OCX är handkalibrerad och åtföljes av 5 st. kurvblad, på vilka frekvensen avläses. Den har en mikroskala, som gör många varv under vridning av kondensatorn från noll till maximum, vilket ger en mycket lång skala och ökad avläsningsnoggrannhet. Frekvensnoggrannheten uppges till 0,5 %. Båda generatorerna ha dämpsats med en stegomkopplare och en kontinuerlig kontroll.

Vidare föres en volt-, ampere- och ohmmeter, som mäter likspänning upp till 1 200 V (6 områden), växelspanning upp till 2 400 V (6 omr.) och likström (4 omr.). För motståndsmätning finnas 3 områden. För användning som »outputmeter» äro 6 områden graderade i dB. Som voltmeter har den på likström 1 000, på växelström 500 ohm/volt. Själva instrumentet har en diam. av 92 mm. Lådans dimensioner äro 178×114×76 mm.

SAMMANTRÄDEN

Stockholms Radioklubb.

Klubben höll ordinarie årsmöte den 22 april under ordförandeskap av civilingenjör Hilding Björklund. Styrelsen fick följande sammansättning:

Ordförande: Civilingenjör Hilding Björklund.

Vice ordförande: Direktör Arvid Kjörling.

Sekreterare: Ingenjör Karl-Olof Naucér.

Skattmästare: Herr E. Bäck.

Styrelsemedl.: Professor Erik Löfgren.

Dr phil. Gösta Siljeholm.

Civilingenjör Gösta Johansson (tekn. sekr.).

Ingenjör Erik Hullegård.

Ingenjör W. Stockman.

Suppleanter: Ingenjör Robin Hult.

Fanjunkare Martin Anderson.

Revisorer: Ingenjör Gustav Hultén.

Ingenjör Julius A. Mankell.

Revisorsuppl.: Ingenjör Ejnar Myckelberg.
Teknolog Torsten Ljungström.

Civilingenjör Stellan Dahlstedt höll föredrag över ämnet: Stereoofoniskt ljud». Föredraget kommer att publiceras i ett följande nummer av Populär Radio.

Vid sammanträdet den 6 maj höll ingenjör Olof Carlstein föredrag över ämnet: »Radion i trafikflygets tjänst».

Vid sammanträdet den 20 maj håller ing. Nils Eiderman föredrag om »Fjärrmanövrering med Siemens' SSF-reläer».



ALLT FÖR RADIO och förstärkaranläggningar

Vi behöva ingen reklam. Kvaliteten är utslagsgivande. Begär offert å våra billiga

Allströmsförstärkare 4—15 watt. Med årsgaranti. Växelströmsförstärkare 4—60 watt.

Grammofonmotor, växelström och allström, kompl. med pick-up, motsvarande Svensk El. Materialkontrollanstaltens fordringar.

Hela förstärkaranläggningar levereras även.

TELRA - HALMSTAD Tel. 35 77, 35 78

Populär Radios Handböcker

Modern televisionsteknik

av civilingenjör Harry Stockman

Del I och II

Pris per del kr. 4:50

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

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

belysningen och de agerandes kläder och 'make up'. 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:

»Förste 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. Verknings sättet 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 boklädor 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.)



Massuppslutningen kring riksmarschen

var imponerande. Lika imponerande är inom radiobranschen den dominerande anslutning av tillfredsställda förbrukare, som Sylvania-rören vunnit. Det är alltid en lönande affär att kunna tillhandahålla en vara som majoriteten föredrager. Välj därför Sylvania! Det betyder större kundkrets, ökad omsättning och större förtjänst.



6 månaders garanti lämnas på varje Sylvania-rör

Sylvania

— ett pålitlighetens kännemärke