

POPULÄR

RADIO

tidskrift för radio, television och elektroakustik

Arvid Kjörling

in memoriam. En av svensk radiotekniks
pionjärer

RC-generatorer

Olika typer, deras verkningsätt och egen-
skaper

Av ingenjör John Schröder

Likriktarrör och likriktare

Speciella problem vid gastyllda likriktarrör
Halvvågslikriktarens teori

Av ingenjör Axel Carlander

Frågespalten

Svar på tekniska frågor av mera allmänt
intresse

1944

1

januari

60 öre



...men vi har
RÖR!

Importen av radiorör är begränsad, och råvaror för fabrikationen kunna endast erhållas med största svårighet. Dock framställa Tungsramfabrikerna i Ujpest (invid Budapest) alltjämt rör av förkrigs kvalitet, även större typer för speciella ändamål. Många av dessa rör finnas på lager i Sverige och kunna levereras omedelbart. Tungsrams svenska ingenjörer stå till tjänst med upplysningar om elektronrör för Edert behov.



OQQ 150/3000

är ett kortvågstriodrör med thoriumkatod och grafitanod och har följande allmänna data:

Glödspänning 10,5 volt
Glödström 3,3 ampere
Max. anodförlust . . . 150 watt
Max. anodspänning . 3000 volt
Branthet 3 mA/V
Inre motstånd 6000 ohm
Max. frekvens 100 MHz
(vid 50% av max. anodförlust)

TUNGSRAM

SÄNDARRÖR, LIKRIKTARRÖR

KRAFTFÖRSTÄRKARRÖR

RÖR FÖR MEDICINSKA APPARATER

★
SVENSKA ORION
Försäljnings Aktiebolag
Stockholm, Göteborg, Malmö.



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

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

Redaktion, prenumerationskontor och annons-
expedition:
Luntmakaregatan 25, 5 tr., Stockholm.
Telefon: Namnanrop "Nordisk Rotogravyr".
Telegramadress: Nordisk Rotogravyr.
Postgiro 940 — Postfack 450.

EFTERTRYCK AV ARTIKLAR HELT ELLER DELVIS
UTAN ANGIVANDE AV KÄLLAN FÖRBJUDET

POPULÄR

RADIO

ORGAN FÖR STOCKHOLMS RADIOKLUBB
TEKNISK REDAKTÖR: INGENJÖR W. STOCKMAN

INNEHÅLL

JANUARI 1944

Arvid Kjörling in memoriam	3
RC-oscillatorer	4
Likriktarrör och likriktare	9
Sammanträden	14
Litteratur	14
Frågespalten	14



Typ Dlu-83
Dimensioner:
100×130×50 mm.

**Ett vridspoleinstrument försett med
knivvisare, spegelskala och utvändig nollkorrektion.**

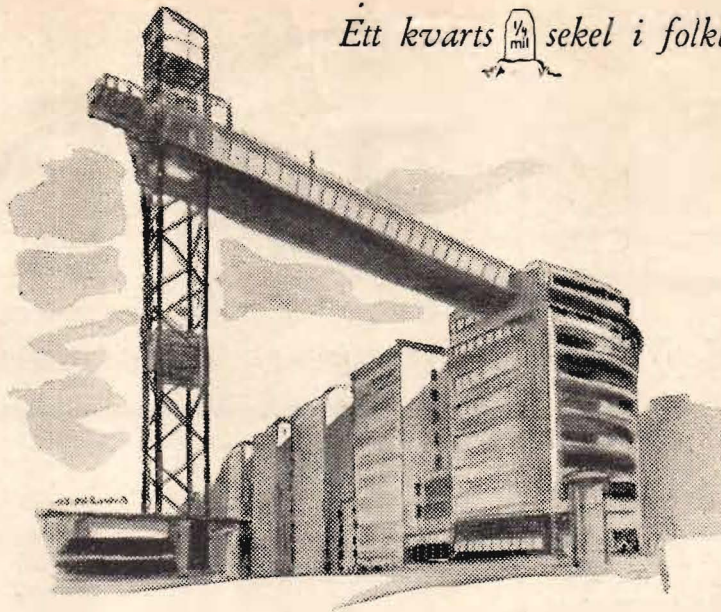
Det är inbyggt i ett etui med små dimensioner tillsammans med alla shuntar
och förkopplingsmotsstånd för nedanstående 12 mätområden:

2,5—5—10—25—100—250 mA	Likström
0,1—5—10—25—100—250 V	

**AKTIEBOLAGET
INDIKATOR**

RÅDMANSGATAN 84, STOCKHOLM
Telefon växel 31 45 00

Ett kvarts  sekel i folkbildningens tjänst.



Brevskolan 25 år

1919 — det första världskriget var slut. Den fred, som man längtat efter under fyra långa krigsår, var en verklighet. Man kunde åter börja planera för framtiden.

Det var just detta år som Brevskolan började sin verksamhet. Starten var ganska blygsam, men kursmaterialet växte och allt större skaror av kunskapstörstande män och kvinnor sökte sig till skolan. Det var också Brevskolan, som införde korrespondenscirkeln i studiearbetet. Detta betydde en verklig revolution inom bildningsarbetet, ty den har givit de många studiecirkelarna landet runt möjlighet att oberoende av tillgången på lokala lärarkrafter under sakkunnig ledning bedriva sina studier.

25 år har gått. Under denna tid har Brevskolan år från år utökat sin verksamhet och för tusenden och åter tusenden har Brevskole-metoden betytt lösningen av studieproblemet. Hittills ha 625.000 personer studerat vid Brevskolan.

Besluta Dig även Du för att bli en av Brevskolans elever. Kom ihåg, att ökade kunskaper ge ökade chanser, på vilken plats i livet vi än bli ställda. Fyll i blanketten här nedan, så erhåller Du utan kostnad alla upplysningar om det ämne Du önskar studera.

Skriv redan i dag!

Till BREVSKOLAN, Stockholm 15

Sänd prospekt över den kurs, jag strukit under

Språkkurser:
Svenska:
Rättskrivning
Grundkurs i svenska
Skiljeteckenslära
Uppsattsskrivning
Engelska: Grundkurs
Föreläsningsskrivning
Skrivkurser
Grammofonkurser
Tyska: Grundkurs

Föreningsteknik:
Föreningskunskap
Mötes- o. sammanträdesteknik
Föreningsboksättning
Att tänka och diskutera.
Propaganda och medlemsvård

Kurser för idrottsfolk:
Orientering
Idrottsboksättning

Sambandslära och ekonomi:
Statskunskap
Kommunalkunskap
Nationalekonomi
Den svenska livsformen
Nordiska frågor
Sociala spörsmål:
Svensk socialpolitik
Arbetskyddslagstiftning

8-timmarslagen
Olycksfallsförsäkring
Alkoholfrågan
Henmet och vi
Nyttoträdgården
Konsten i vardagslivet
Aktuella ungdomsfrågor

Praktisk handelskunskap:
Praktisk räkning
Bokföring
Lantbruksboksättning
Affärsjuridik
Textning
Stengrafi
Kurs för butiksanställda
Kontorkurs
Föreståndarekurs

Mekanisk verkstads-teknik:
Ingenjörskurser
Verkmästarekurser
Förman kurs
Yrkeskurser
Inledning till verktygs-maskinerna
Hyvelmaskiner
Svarvar
Borrmaskiner
Fräsmaskiner
Slipmaskiner
Pressar och sågar

Gjuteriteknik:
Mästarekurser
Förman kurs
Gjuteriteknik
Smidesteknik:
Mästarekurser
Förman kurs
Smidesteknik

Motor- och maskinteknik:
Verkmästarekurser
Förman kurs
Kurser för bilmontörer
Motorskötarekurser
Motorlära
Förbränningsmotorer
Förgasarmotorer
Maskinlära:
Ingenjörskurser
Förman kurs
Maskinistkurser
Yrkeskurser
Allmän maskinlära
Mekanisk värmeteorik
Ångpannor
Ångmaskiner
Ångturbiner
Vattenmotorer och pumpar

Mekaniska beräkningar och konstruktioner:
Ingenjörskurser
Ritarkurser
Hållfasthetslära
Ritsteknikens grunder
Geometrisk ritning
Maskinritning m. fl.

Elektrisk anläggnings-teknik:
Installatörskurser för C- och B-behörighet
Montörskurser
Yrkeskurser
Elektrisk maskinteknik:
Maskinistkurser
Verkmästarekurser

Elektriska maskiner och anläggningar
Ingenjörskurser
Elektromaskinlärans grunder
Långströmsmaskiner
Växelströmsmaskiner
Elmotorer
Elvärmeteknik
Eldrivna kranar och hissar
Installationsteknik
Villainstallation
Ljus- och belysnings-teknik
Elluftledningar
Elkraftstationer och understationer
Elmätteknik m. fl.

Teleteknik:
Fullständiga radio-teknikerkurser
Yrkeskurser
Radio

Matematik:
Gymnasiekurser
Realskolekurser
Algebra
Trigonometri

Funktionslära
Räknesticken
Fysik:
Gymnasiekurser
Allmän fysik
Värmelära m. fl.

Grundkurser:
Grundkurs i matematik
Ritsteknikens grunder
Elektroteknikens grunder

Elektromaskinlärans grunder
Grundkurs i motorlära

Specialkurser:
Kemi
Svetsningsteknik
Härdningsteknik
Yrkesekonomi
Industriell organisation och ekonomi
Arbetsstudier m. fl.

BREVSKOLAN

STOCKHOLM 15

Namn

Bostad

Postadress

..... PopR f

POPULÄR RADIO

TIDSKRIFT FÖR RADIO
TELEVISION OCH
ELEKTROAKUSTIK

NR 1

JANUARI 1944

XVI ÅRG.

Arvid Kjörling *1882 †1943

In memoriam

Ingenjör Arvid Kjörlings hastiga och oväntade bortgång har väckt en djup förstämning inom de vidaste kretsar. Hans namn är och förblir oupplösligt förenat med den radiotekniska utvecklingen inom Sverige. Han tillhör radio-pionjärerna och har ända tills livstråden avklippes varit fullt och intresserat verksam med utvecklingen inom radio-tekniken. Några data förtjäna att nämnas.

Efter anställning vid AEG i Stockholm ett tiotal år startade Kjörling m. fl. år 1916 Elektriska Industri AB (EIA), som till att börja med tillverkade elektrisk installations-material samt från år 1917 telefonlampor för telefonväx-lar, vilket blev en stor exportartikel. De första radiorören i Sverige tillverkades 1918 av EIA, vartill verksamt bidrog ing. Georg Schönander, sedermera chef för den kända röntgenrörfirman. Samma år kunde firman uppvisa den första i Sverige tillverkade återkopplade rörmottagaren för telefoni, vilken provades mellan Vaxholm och Tele-grafverkets undervisningsanstalt vid Malmkillnadsgatan i Stockholm. Året därpå påbörjades experiment med trådlös telefonering med sändare av egen tillverkning. När rund-radion började i Sverige var intresset hos allmänheten mycket stort för experiment med och amatörbygge av radiomottagare och 1924 tillhandahöll firman byggsatser för radiomottagare. Men efterfrågan av radiomottagare växte och från år 1929 började EIA tillverka färdiga mot-tagare. Denna tillverkning fortgår alltjämt. Men Arvid Kjörling var en mångfrestare och hade öppen blick för



de vägar utvecklingen skulle taga. På hösten 1927 gjorde han förberedande försök för tillverkning av nätdrivna radiorör, dels för 4 volts glödspänning och dels för 220 volts spänning för anslutning direkt till belysningsnätet. Enligt vad han meddelat mig fungerade rören rätt bra även om vissa svårigheter återstodo att övervinna. Som bekant löstes svårigheterna sedermera med användning av indirekt upphettning av katoden.

I samarbete med dr Siljeholm fortsattes arbetena med framställning av radiorör, bl. a. för militärbruk, och år 1933 övertogs denna del av rörelsen av Luma för att sedermera taga fastare form i AB Svenska Elektronrör, tillhörande LM Ericsson.

Arvid Kjörling har inte enbart ägnat EIA sina krafter och omsorger. Han bidrog även verksamt och outtröttligt

i arbetet för radions utveckling och popularisering. Han var en av stiftarna av Stockholms Radioklubb vid dess bildande år 1924. Han har under alla år utgjort en stöttepinne i klubben och svarat för att kontinuiteten i dess verksamhet hållits vid makt. Genom föredrag och diskussionsinlägg har han givit klubbens medlemmar del av sitt stora tekniska kunnande och goda tekniska omdöme. Många erinra sig säkert hans referat av nyheter från Leipziger-

mässan, vilka stodo på klubbens program år efter år. Han tillhörde ständigt klubbens styrelse och var vid sitt frånfälle klubbens vice ordförande.

Arvid Kjörtings intresse räckte till för allt och alla. Hans försynta sätt, älskvärda och vänsälla väsen, hans gladlynthet och humor förskaffade honom många vänner, hos vilka minnet av honom alltid skall leva.

Hilding Björklund.

RC-oscillatorer

Av ingenjör John Schröder

Under sista åren har man i fackpressen kunnat läsa en hel del om lågfrekvensoscillatorer, i vilka ingå motstånd och kondensatorer som frekvensbestämmande element i stället för induktanser och kondensatorer. Då det är betydligt lättare att framställa motstånd än induktanser med föreskrivna data, synes dessa oscillatorer, vilka i det följande benämnas RC-oscillatorer eller RC-generatorer, innebära ett betydande framsteg på området. Men även ur andra synpunkter än rent tillverkningstekniska besitta dessa RC-oscillatorer sådana fördelar framför de numera för mätändamål använda tonfrekvensgeneratorerna med svängningskretsar som frekvensbestämmande element, att det icke förefaller osannolikt, att RC-oscillatorer i framtiden komma att ersätta dessa.¹

RC-oscillatorernas fördelar framför oscillatorer med svängningskretsar äro särskilt framträdande vid mycket låga frekvenser. Enkla rörgeneratorer, exempelvis av Hartley-typ, kräva vid mycket låga frekvenser otympligt stora induktansspolar och äro därför opraktiska inom detta frekvensområde. Med svängningsoscillatorer kunna visserligen även mycket låga frekvenser genereras, men frekvensstabiliteten vid dessa frekvenser är låg. Dessutom kräver denna typ av oscillatorer ständig kontroll av cali-

breringen, som är ömtålig t. o. m. för temperaturändringar.

RC-oscillatorer svänga utan svårighet även på mycket låga frekvenser, vissa typer ända ner till 0,01 Hz [4] [5]². Frekvensstabiliteten är även vid de lägsta frekvenserna hög. Temperaturändringar och ändringar i arbetsspänningarna inverka endast mycket obetydligt. Karakteristiskt för RC-oscillatorer är, att den genererade frekvensen ändras lineärt vid ändring av de i den frekvensbestämmande kretsen ingående elementen. Med en avstämningsekondensator, vars maximi- och minimikapacitet förhålla sig som 9:1, kan alltså i en RC-oscillator frekvensområdet mellan f och $9f$ täckas. Motsvarande frekvensområde i en oscillator med svängningskrets begränsas av frekvenserna f och $3f$.

Av RC-oscillatorer har en hel rad olika typer framkom-

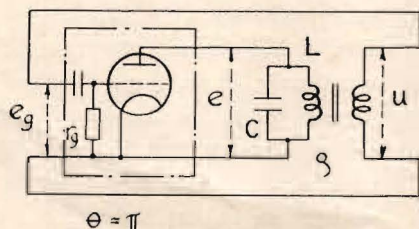


Fig. 1. Röroscillator med svängningskrets.

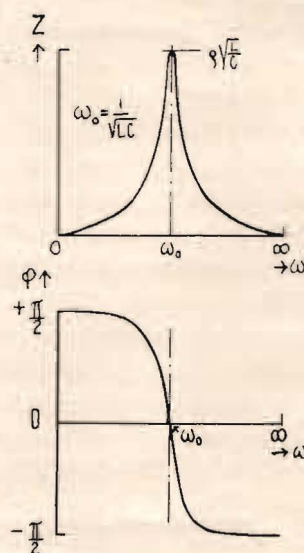


Fig. 2. Impedansen (Z) och fasvinkeln φ för parallellresonanskrets som funktion av vinkelfrekvensen ω . Q = kretsens förlustfaktor.

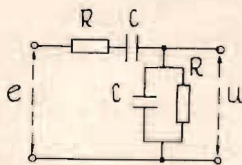


Fig. 3. Kvasiresonanskrets uppbyggd som spänningsdelare med två RC-länkar.

mit. Man skulle kunna indela dem i tre huvudgrupper. I den första gruppen erhålles frekvensselektiv återkoppling genom utnyttjande av »kvasiresonanskretsar» uppbyggda av motstånd och kondensatorer [3] [5] [6] [10] [11]. I den andra huvudgruppen utnyttjas fasvridande fyrpoler uppbyggda av motstånd och kondensatorer för samma ändamål [1] [2] [4] [7] [8]. En tredje typ av RC-oscillatorer utgöres av en modifierad form av en transistoroscillator, i vilken endast kretsar med motstånd och kondensatorer ingår som frekvensbestämmande element [9].

Rörgeneratorer med svängningskretsar.

Innan vi närmare gå in på RC-oscillatorns verknings-sätt, kan det vara på sin plats att först rekapitulera det viktigaste om rörgeneratorer med induktanser och kapacitanser som frekvensbestämmande element. I fig. 1 visas ett schema för en sådan oscillator.

I oscillatorrörets anodkrets är inkopplad en svängningskrets med förlustfaktorn q . Induktansspolen är utformad som en transformator, vars primärlindning utgör svängningskretsens induktans L , och vars sekundärlindning är ansluten till oscillatorrörets gallerkrets.

Villkoret för att svängningar skola uppstå är nu, att den till gallerkretsens från anodsidan överförda spänningen

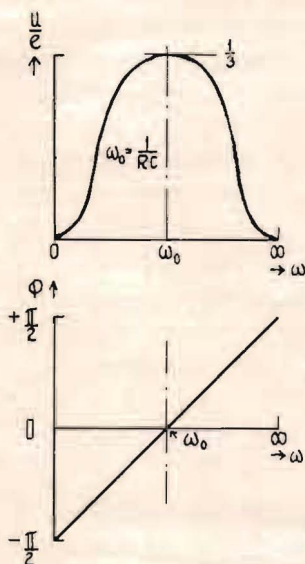


Fig. 4. u/e samt φ som funktion av vinkelfrekvensen ω för kvasiresonanskrets enl. fig. 3.

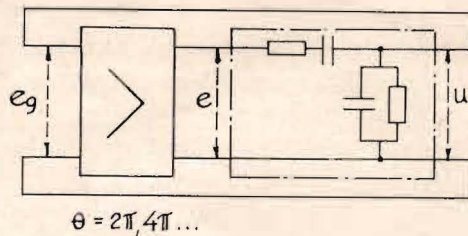


Fig. 5. Skelettschema för RC-oscillator med kvasiresonanskrets enligt fig. 3.

(u) ligger i fas med den på gallersidan förefintliga spänningen e_g , samt att $|u| > |e_g|$.

För parallellresonanskretsens impedans Z gäller:

$$Z \approx \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot \frac{1}{\frac{1}{q} + j\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)} \quad (1)$$

och för fasvinkeln φ :

$$\varphi = -\arctg q\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right) \quad (2)$$

I fig. 2 visas Z och φ som funktion av ω . Vid resonansfrekvensen $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ uppnår Z ett maximum $= q\sqrt{\frac{L}{C}}$ medan fasvinkeln då är $= 0^\circ$, jmf. fig. 2. Detta innebär dels, att den i sekundärlindningen inducerade spänningen u vid resonansfrekvensen når ett maximum, samtidigt som fasförskjutningen mellan e och u då blir 180° (fasförskjutningen genom transformatorn). Då spänningen i oscillatorrörets anodkrets u är fasförskjuten 180° i förhållande till spänningen i gallerkretsens e_g , kommer tydligen u att ligga i fas med e_g . Det första villkoret för att svängningar skola uppstå är tydligen uppfyllt vid resonansfrekvensen — och endast vid denna frekvens. Det andra villkoret kan uppfyllas genom lämpligt val av omsättningen på svängningskretsens-transformatorn.

Svängningarnas amplitud i en oscillatorkoppling enl. fig. 1 begränsas av rörkaraktistikans krökning samt av den vid stora amplituder uppträdande gallerströmmen, som genom gallerläckan R_g förorsakar en med stigande amplitud ökande negativ gallerspänning. En överstyrning av röret med därmed följande övertonsbildning är dock inte farlig, enär svängningskretsens, som framgår av fig. 2, för alla frekvenser utom resonansfrekvensen uppvisar en mycket låg impedans, varför övertonerna icke förstärkas i tillnärmelsevis samma grad som grundtonen.

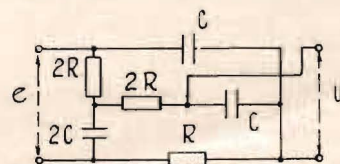


Fig. 6. Kvasiresonanskrets med RC-länkar i bryggkoppling (ekvivalent med en Wiens brygga).

I en fyrpol enligt fig. 3 gäller vid tomgång följande samband mellan spänningarna på in- och utgångssidorna:

$$\frac{u}{e} = \frac{1}{3 + j\left(\omega CR - \frac{1}{\omega CR}\right)} \quad (3)$$

För vinkelfrekvensen $\omega = \frac{1}{CR}$

uppnår u/e ett maximivärde $= 1/3$, samtidigt som de båda spänningarna u och e komma att ligga i fas med varandra. Vi benämna denna frekvens resonansfrekvens och införa beteckningen ω_0 för motsvarande vinkelfrekvens. Ekv. (1) övergår då i:

$$\frac{u}{e} = \frac{1}{3 + j\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)} \quad (4)$$

Fasförskjutningen φ mellan ingångs- och utgångsspänningarna är:

$$\varphi = -\arctg \frac{1}{3} \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right) \quad (5)$$

I fig. 4 visas u/e samt φ som funktion av vinkelfrekvensen. Det är tydligt, att om en sådan fyrpol — vars egenskaper i viss mån påminna om dem, som karakterisera en resonanskrets (jmf. fig. 2 samt ekv. (1) och (2)) — inskjutes mellan in- och utgångssidan på en förstärkare, vars utgångsspänning ligger i fas med ingångsspänningen (ex. en tvårörs motståndsförstärkare), kommer en positiv återkoppling till stånd (jmf. fig. 5). Den återkopplade spänningen u ligger, som framgår av fig. 4, vid resonansfrekvensen — och endast vid denna frekvens — i fas med ingångsspänningen e . Har nu förstärkaren tillräcklig förstärkning så att villkoret $|u| > |e_g|$ uppfylles, d. v. s. om

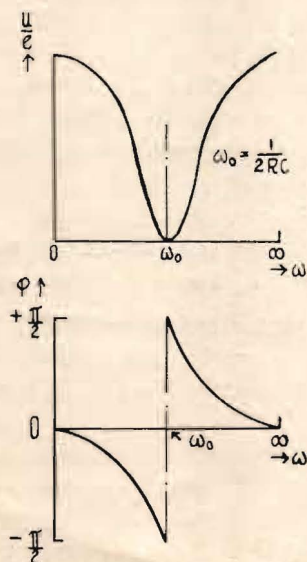


Fig. 7. u/e samt φ som funktion av vinkelfrekvensen ω för kvasiresonanskrets enligt fig. 6.

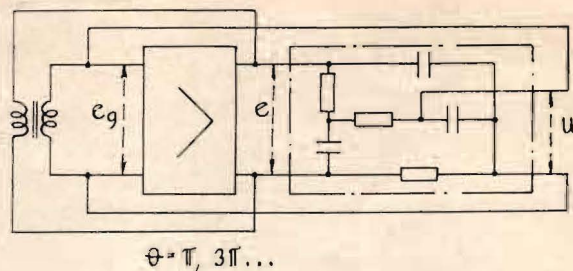


Fig. 8. Skelettschema för RC-oscillator med kvasiresonanskrets enligt fig. 6.

förstärkningen är > 3 , komma svängningar med vinkelfrekvensen ω_0 att uppstå.

Nu är att märka, att kvasiresonanskretsen enl. fig. 3 har en mycket flack resonanskurva (jmf. motsvarande kurva för en svängningskrets i fig. 2), varför övertoner förorsakade av överstyrning av röret komma att förstärkas endast obetydligt mindre än grundtonen. En amplitudbegränsning baserad på karakteristikans krökning och gallerström kan tydligen inte komma i fråga. För detta ändamål måste i stället användas regelrör, spänningsberoende motstånd eller dylikt. Amplituden kan då stabiliseras vid sådant värde, att en mycket obetydlig övertonsbildning uppstår.

På grund av den obetydliga resonansskärpan hos kvasiresonanskretsen enl. fig. 3, kan en RC-oscillator av denna typ inte användas annat än för generering av relativt låga frekvenser [5]. Genom att kombinera återkopplingen enligt fig. 5 med en spänningselektiv motkoppling kan emellertid en högst betydande förbättring av resonansskärpan uppnås. Sådana RC-generatorer ge utomordentligt god frekvenskonstans och kunna användas för frekvenser upp till 1 Mhz [3].

I en annan typ av RC-generatorer utnyttjas ett annat slag av kvasiresonanskrets (fig. 6). För en fyrpol enl. fig. 6, som är ekvivalent med en Wiens brygga, gäller följande samband mellan in- och utgångsspänningarna e och u :

$$\frac{u}{e} = R \frac{\left(2\omega CR - \frac{1}{2\omega CR}\right)^2}{16 + \left(2\omega CR - \frac{1}{2\omega CR}\right)^2} + j4 \frac{\left(2\omega CR - \frac{1}{2\omega CR}\right)}{16 + \left(2\omega CR - \frac{1}{2\omega CR}\right)^2} \quad (6)$$

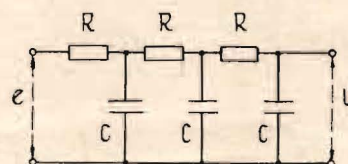


Fig. 9. Fasvridande fyrpol uppbyggd av tre länkar med motstånd i seriegrenen och kondensator i shuntgrenen.

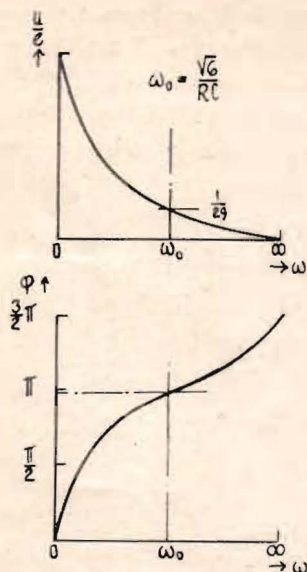


Fig. 10. u/e samt φ som funktion av vinkelfrekvensen för fasvridande fympol enligt fig. 9.

För frekvenserna 0 och ∞ är $u/e=1$; vid resonansfrekvensen $\omega_0=1/2RC$ är $u/e=0$. Insättes ω_0 i ekv. (6) fås

$$\frac{u}{e} = \left(\frac{\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}}{16 + \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)^2} \right) \left[\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right) R + j4 \right] \quad (7)$$

Fasförskjutningen mellan in- och utgångsspänningarna är

$$\varphi = \arctg \left(\frac{4}{\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}} \right) \frac{1}{R} \quad (8)$$

I fig. 7 visas sambandet mellan u/e och φ som funktion av vinkelfrekvensen. Kopplas en sådan fympol in i återkopplingskanalen mellan in- och utgångsklämmorna på en förstärkare, mellan vars in- och utgångsklämmor en fasförskjutning av 180° är förhånden (ex. en 1-stegs eller 3-stegs motståndsförstärkare) kommer — eftersom den återkopplade spänningen är motriktad spänningen på ingångssidan — en negativ återkoppling (motkoppling) till stånd över hela frekvensområdet utom vid resonansfrekvensen, där den motriktade spänningen ju är $=0$. Vi ha tydligen här en selektiv förstärkare framför oss, som ger full förstärkning endast vid resonansfrekvensen ω_0 (jmf. fig. 8).

Om man nu i den i fig. 8 återgivna anordningen inför

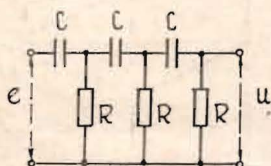


Fig. 11. Fasvridande fympol uppbyggd av tre länkar med motstånd i shuntgrenen och kondensator i seriegrenen.

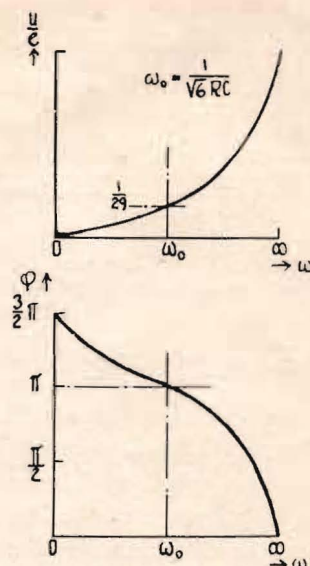


Fig. 12. u/e samt φ som funktion av vinkelfrekvensen ω för fympol enligt fig. 11.

en positiv återkoppling av konstant styrka genom att till gallerkretsen återkoppla en del av spänningen på utgångssidan — exempelvis via en transformator (fasvridning 180°) — komma svängningar med vinkelfrekvensen ω_0 att uppstå. Vid andra frekvenser upphäves återkopplingen av den frekvensberoende motkopplingen. Vid resonansfrekvensen, då motkopplingen är $=0$, överväger den positiva återkopplingen, så att svängningar komma till stånd.

Resonansskärpan för den i fig. 6 visade fympolen är betydligt större än för den i fig. 3. En RC-generator med den förra fympolen som »resonanskrets» kan därför med fördel användas för högre frekvenser än vad som är fallet med den i fig. 5 visade generatoren [6]. Resonansskärpan är dock inte tillräckligt stor för att man skall kunna basera amplitudbegränsningen på rörkaraktistikans krökning eller gallerströmmen. Amplituden måste sålunda stabiliseras med regelrör, spänningsberoende motstånd el. dyl.

RC-generatorer med fasvridande fympoler.

I en fympol enligt fig. 9 råder följande samband mellan in- och utgångsspänningarna:

$$\frac{u}{e} = \frac{1}{1 - 5\omega^2 R^2 C^2 + j(6\omega RC - \omega^3 R^3 C^3)} \quad (9)$$

Fasförskjutningen φ mellan in- och utgångsspänningarna är

$$\varphi = -\arctg \frac{6\omega RC - \omega^3 R^3 C^3}{1 - 5\omega^2 R^2 C^2} \quad (10)$$

I fig. 10 visas sambandet mellan u/e resp. φ och ω . Som synes är fasvridningen mellan in- och utgångsspänningarna 180° för vinkelfrekvensen $\omega_0 = \sqrt{6}/RC$. Förhåll-

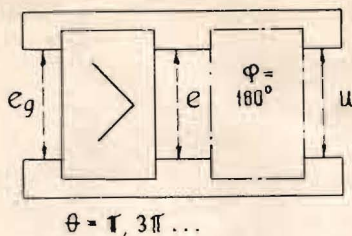


Fig. 13. Skelettschema för RC-oscillator med fasvridande fyrpol enligt fig. 9 eller 11 som frekvensbestämmande element.

landet mellan in- och utgångsspänningarna är då $\frac{u}{e} = \frac{1}{29}$

Låter man motstånd och kondensatorer i fyrpolen enligt fig. 9 byta plats enligt fig. 11 kommer man fram till en annan fyrpol, som också åstadkommer 180° fasförskjutning mellan in- och utgångsspänningarna vid en viss frekvens. För den i fig. 11 visade fyrpolen gäller följande samband mellan in- och utgångsspänningarna och fasförskjutningen mellan dessa:

$$\frac{u}{e} = \frac{1}{1 - \frac{5}{\omega^2 C^2 R^2} + j \left(\frac{1}{\omega^3 R^3 C^3} - \frac{6}{\omega RC} \right)} \quad (11)$$

$$\varphi = -\arctg \frac{1 - 6\omega^2 R^2 C^2}{\omega^3 R^3 C^3 - 5\omega RC} \quad (12)$$

I fig. 12 visas sambandet mellan u/e resp. φ och ω . Vid vinkelfrekvensen $\omega = 1/\sqrt{6RC}$ är, som framgår av denna fig., fasförskjutningen mellan in- och utgångsspänningarna 180°. Vid denna vinkelfrekvens är $u/e = 1/29$.

Det är tydligt, att om en fyrpol enligt fig. 9 eller 11 kopplas in i återkopplingskanalen mellan in- och utgångsklammorna på en förstärkare, vars in- och utgångsspänningar äro helt motriktade, (ex. en 1-rörs motståndsförstärkare) kommer — om rörets förstärkning överstiger 29 ggr — svängningar att uppstå (jmf. fig. 13). Dessa svängningar komma att uppträda vid vinkelfrekvensen $\omega_0 = \sqrt{6/RC}$ resp. $1/\sqrt{6RC}$ då ju endast vid dessa vinkelfrekvenser in- och utgångsspänningarna komma att ligga i fas med varandra. Även vid denna typ av RC-oscillatorer [1] [2] [7] [8] är gallerströmsfri amplitudbegränsning obetingat att rekommendera, då förstärkningen av övertonerna blir av samma storleksordning som den, som är förhånden för grundtonen.

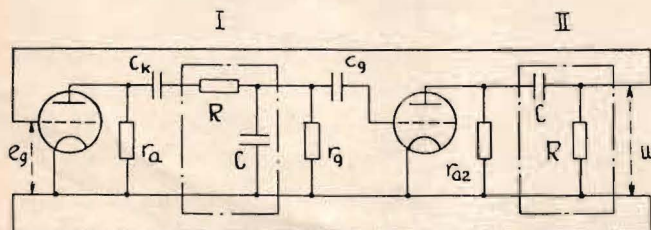


Fig. 14. Skelettschema för RC-oscillator med fasvridande fyrpoler inkopplade mellan två oscillatorrör.

I en annan variant av denna typ av RC-generatorer [1] utnyttjas två rör som oscillatorrör, varvid fasvridande fyrpoler inkopplats mellan dessa. I fig. 14 visas ett skelettschema för en sådan oscillator. För fyrpol I gäller följande samband mellan in- och utgångsspänningarna:

$$\frac{u}{e} = \frac{1 - j\omega CR}{1 + \omega^2 C^2 R^2} \quad (13)$$

$$-\varphi = \arctg \omega CR \quad (14)$$

Motsvarande samband för fyrpol II är:

$$\frac{u}{e} = \frac{1 - \frac{1}{j\omega CR}}{1 + \frac{1}{\omega^2 C^2 R^2}} \quad (15)$$

$$\varphi = \arctg \frac{1}{\omega CR} \quad (16)$$

För vinkelfrekvensen $\omega = 1/CR$ är fasförskjutningen mellan in- och utgångsspänningarna lika stor men negativ för fyrpol I och positiv för fyrpol II (jmf. fig. 15). Detta innebär, att den från andra röret till första röret återkopplade spänningen vid detta periodtal kommer att ligga i fas med ingångsspänningen e_g . Svängningar komma sålunda till stånd vid denna vinkelfrekvens, om samtidigt villkoret $|u| > |e_g|$ uppfylles.

Låter man kondensatorer och motstånd i fyrpol II byta plats blir fasvridningen positiv och lika stor i båda fyrpolerna. Den återkopplade spänningen kommer då vid högre frekvenser att ligga praktiskt taget i fas med ingångsspänningen på förstärkare I. Anordningen som är känd sedan lång tid tillbaka kommer härigenom att giva upphov till utomordentligt övertonsrika, om kippsvängningar påminnande, svängningar. Den går av denna anledning under benämningen »multivibrator».

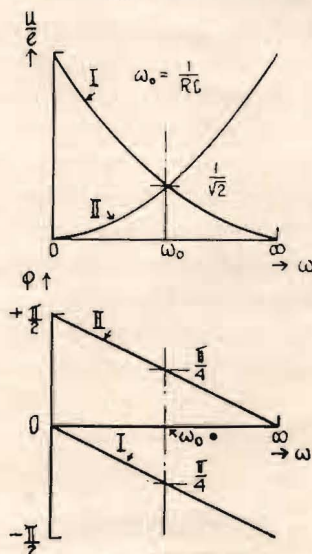


Fig. 15. u/e samt φ som funktion av vinkelfrekvensen ω för fyrpol I och II i fig. 14.

Transitronoscillatorer utan svängningskrets.

I en transitronoscillator kunna under vissa betingelser sinusformade svängningar erhållas även om induktansen i dess svängningskrets borttages och ersättes med en resistans. Denna typ av RC-generatorer har emellertid icke fått någon nämnvärd praktisk användning, då det förefaller som det skulle vara svårt att på bekvämt sätt kunna variera frekvensen från en sådan. Vi gå därför inte närmare in på denna typ av RC-oscillatorer utan hänvisa intresserade till en uppsats i »Electronics» [9].

Litteraturhänvisningar:

- [1] E. L. Ginzton, L. M. Hollingworth, »Phase-Shift Oscillators», Proceedings of the I. R. E., febr. 1941, sid. 43.
- [2] K. Bucher, »RC-Generatoren», Telegraphen Fernsprech-, Funk- und Fernseh-Technik, dec. 1942, sid. 307.

- [3] W. Zaiser, »Untersuchungen an einem Schwingungserzeuger mit Widerstand und Kapazität als frequenzbestimmenden Schalteilen (RC-generator)», Elektrische Nachrichtentechnik, nov. 1942, sid. 228.
- [4] M. Lattmann, H. Salinger, »Über Rückkopplungsschaltungen ohne Resonanzkreise», Elektrische Nachrichtentechnik, april 1936, sid. 133.
- [5] R. Gauger, B. Berrang, »Gegentaktsender für stetig regelbare sehr tiefe Frequenzen», Telegraphen-, Fernsprech-, Funk- und Fernseh-technik, sept. 1941, sid. 257.
- [6] »Selektiver Verstärker und Messoszillator ohne abgestimmte Schwingungskreise», Radio-Mentor, okt. 1941, sid. 448.
- [7] Rainer Hildebrandt, »Der Phasenschieber-Generator», Funktechnische Monatshefte, nov.—dec. 1942, sid. 161.
- [8] »Oscillatorer uden Spoler», P. Bodker, Radio-Magasinet, febr. 1942, sid. 26.
- [9] P. S. Delaup, »Sinewaves in R-C oscillators», Electronics, jan. 1941, sid. 34.
- [10] G. Willoner, F. Tihelka, »Tongenerator ohne Schwingungskreis», Archiv f. Techn. Messen mars 1941 s. T44.
- [11] A. Klemt, »RC-Messender», Archiv f. Techn. Messen, juni 1943, s. T72.

Likriktarrör och likriktare

Av ingenjör Axel Carlander

(Elektrofon AB)

3. Speciella problem vid gasfyllda, spec. kvicksilverångfyllda likriktarrör

a. Baktändning.

Såsom redan nämnts förefinnes vid gasfyllda rör risk för baktändning. Det kan med andra ord inträffa, att röret plötsligt upphör att vara likriktande på grund av att en bågurladdning kommit till stånd även i motsatt riktning mot vad som avsetts. Om vi betrakta spärstillståndet som en glimurladdning (A—F i fig. 2), så slår alltså denna urladdning plötsligt över till bågurladdning.

Ur fig. 2 skulle man kunna sluta sig till, att baktänd-

ning icke kunde äga rum, så länge bakspänningen låge under ett bestämt tröskelvärde (F). Detta skulle i verkligheten också varit fallet, om katoden och anoden kunnat uppvisa fullt homogena temperaturer. För katodens del kan man nog räkna med att temperaturen är jämnt fördelad uteslutande ytan, men anoden kan genom någon tillfällighet ha fått några »heta punkter». Mellan dessa punkter och katoden kan man då, när anoden är negativ, få en bågurladdning vid en *lägre* gränsspänning än F.



Philips kvicksilverlikriktarrör, typ DCG 5/30.

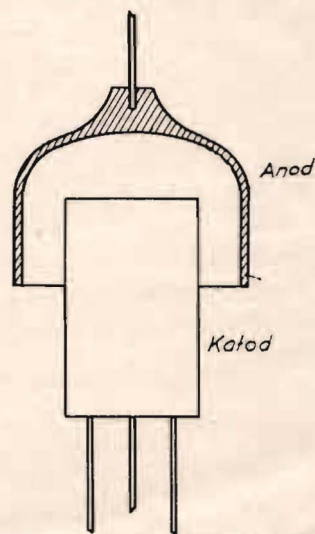


Fig. 7. Likriktarrör med »klockanod» för »skydd av ljusbågen.

För att nedbringa risken för baktändningar har man tillgripit ett anodmaterial, som har låg termisk emission, t. ex. grafit.

Om ett urladdningsrör innehållande två kalla elektroder i förtunnad gas utsättes för ett växelströmsfält av hög frekvens (exempelvis $f > 10^5$ à 10^6 p/s) kan man få till stånd en urladdning vid lägre spänning än om växelströmsfältet icke finnes där. Gjorda undersökningar ha visat, att tändspänningen därvid står i omvänt förhållande till frekvensen. Tillämpa vi denna företeelse på de gasfyllda likriktarrören finna vi, att risken för baktändning ökar, om rören utsätts för det högfrekventa fältet från t. ex. en sändarspole eller kondensator. Anledningen är, att det högfrekventa växelströmsfältet åstadkommer en i detta fall icke önskad jonisering av gasen.

För att skydda rören mot denna olägenhet måste man vid användandet av desamma se till, att de skyddas från dylika fält genom lämplig placering eller avskärmning. Likaledes bör man se till, att högfrekventa strömmar icke komma in i rören genom tilliedningarna, då verkan av dessa strömmar blir av samma karaktär som störande yttre fält på spärrsäkerheten. Man skyddar sig rent kopplings-tekniskt därifrån genom att lägga in lämpliga filter i tilliedningarna. Dimensioneringen av sådana filter får man pröva sig fram till från fall till fall, och det torde i regel icke stöta på några större svårigheter att nå ett gott resultat härvidlag.

En avskärmning av yttre störfält kan man uppnå genom att utforma likriktarrörets anod på ett särskilt sätt. Fig. 7 visar ett exempel härpå. Genom den s. k. klockanoden erhåller man en av glaskolven och yttre störfält fullkomligt avskärmad urladdningsbana. Man säger att dessa rör ha *störd* ljusbåge till skillnad från dem som ha *öppen* ljusbåge.

Betraktar man närmare ett kvicksilverångrör, som varit oanvänt en längre tid (ung. någon vecka eller längre), kan man kanske upptäcka, att små kvicksilverdroppar avsatt sig på anod och katod. Om man i ett sådant fall tar

röret i bruk och slår till anodspänningen innan dessa droppar hunnit fullständigt förgasas, riskerar man att omedelbart få baktändning i röret. Man måste därför först låta röret värmas upp med endast glödströmmen under 10 à 15 minuter innan man får koppla in anodspänningen. Helst bör man därvid börja med en låg anodspänning och sedan successivt höja densamma. Man riskerar då inga obehagliga överraskningar. *Observera*, att dessa försiktighetsåtgärder endast gälla rör, som varit oanvända en *längre* tid. Vid vanlig daglig drift behöver man endast vänta 15 sekunder upp till någon minut, beroende på rörtypen, innan anodspänningen får slås till. Inkopplings-tiden anges alltid av rörfabrikanten.

b. Högfrekventa störningar.

Såsom framgår av fig. 2 har urladdningskurvan delvis negativ karakteristik, dvs. spänningen minskar när strömmen ökar. Rörets inre motstånd är med andra ord *negativt*, vilket innebär, att röret inom nämnda område har karaktären av generator. Tillsammans med anslutna kapacitiva och induktiva kopplingselement ger röret upphov till högfrekventa svängningar, som kunna störa närbelägna känsliga mottagare.

Störningarna ligga i allmänhet inom långvågsområdet ($\lambda > 1\,000$ m) och äro karakteristiska för gasfyllda likriktarrör av alla slag. Man kan oskadliggöra dessa störsvängningar genom lämpligt dimensionerade filter, som måste utprovas från fall till fall, eller också kan man förlägga egenfrekvensen hos de till röret anslutna kopplingselementen till ett sådant område, inom vilket störningarna ha mindre betydelse. Ofta kan det räcka med att dimensionera anod- och katodtilliedningarna lämpligt. Små kondensatorer över transformatorns lindningar kunna också göra erforderlig nytta.

Dessa av rörets ljusbågskaraktär förorsakade störningar kunna också elimineras eller åtminstone göras mindre märkbara genom en särskild konstruktion av röret. Fig. 8

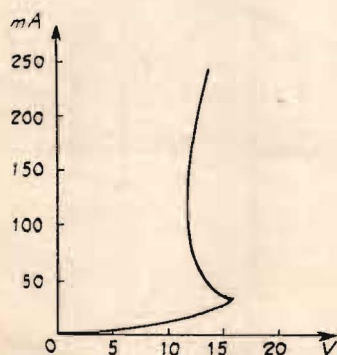


Fig. 8. Karakteristik av ett typiskt amerikanskt kvicksilverångrör från början av 1930-talet. Glödefekten är ca 4 watt och spänningsfallet vid 200 mA är ca 13 V.

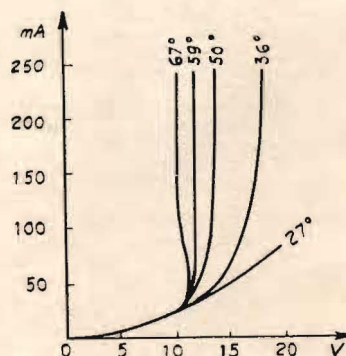


Fig. 9. Karakteristik av ett rör med liknande data som det i fig. 8 men som försetts med ett galler mellan anod och katod. Gallret är kortslutet till anoden. Vid temperaturer över 60° C fås en delvis negativ karakteristik.

visar en karakteristik av en typisk kvicksilverånglikriktare. Kurvan visar en tydlig ljusbågskaraktär med negativt motstånd inom ett område. Orsaken till detta negativa motstånd är inverkan av de positiva rymladdningarna, de jämna eller språngvisa ändringarna av tätheten av dessa rymladdningar och deras inflytande på den kring katoden rådande fältstyrkan.

Man kan nu genom att införa en hjälpelektrod i form av ett galler mellan anod och katod eliminera det negativa motståndet och dess störande verkningar. Detta galler kan vara direkt anslutet till anoden. Man erhåller då kurvorna i fig. 9, där temperaturen, dvs. kvicksilverångens tryck, är parameter. Till en temperatur av 60°C har man tydligen kunnat undvika negativt motstånd. Kunde man alltså hos ett sådant rör hålla en temperatur under 60°C frestas man att tro, att man skulle kunna använda röret även på relativt »känsliga» ställen.

Använder man emellertid i en radiomottagare ett sådant rör, vars karakteristik tycks uppfylla alla rimliga fordringar, så kommer man likväl att märka ytterligare ett slags högfrekventa störningar, som yttra sig som ett kraftigt knastrande i mottagarens högtalare inom vissa våglängdsområden. ($\lambda \approx 200\text{--}400\text{ m}$ vid vanlig dimensionering av elektroderna.) Dessa störningar äro generellt av annan karaktär än de ovan berörda och förorsakas av närvaron av de positiva laddningsbärarna i urladdningsrummet. Störningarna uppträda inom vissa frekvensspektra, vars fördelning inom våglängdsområdet bestämmes av ljusbågsspänningen. Fig. 10 visar läget av dessa frekvensspektra som funktion av spänningen över röret.

Det bör betonas, att ovannämnda olägenheter endast spela någon roll vid radio-mottagare. För sändare och större förstärkare eller överallt, där det rör sig om likrikt-

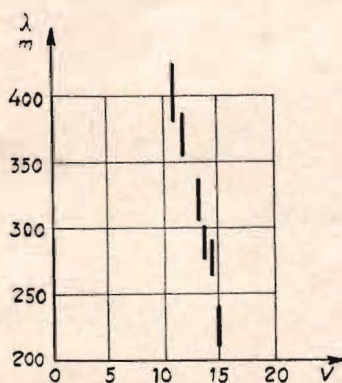


Fig. 10. Störningsspektra vid kvicksilverångrör. De i urladdningsrummet alstrade jonerna gå mot katoden och tillåta genom sina rymladdningsverkningar passage för ett ökat antal elektroner till anoden. Detta förlopp går diskontinuerligt till följd av den till tiden efter statistiska lagar varierande jonisationen. Den i likriktaren flytande strömmen blir härigenom modulerad med statistiskt varierande modulationsgrad och med en frekvens, som beror på jonernas löptid till katoden.

ning av större effekter, ha dessa störningar mindre betydelse och böra icke överskattas.

4. Sammanfattning

Högvakuumsrörens användningsområde begränsas till likriktning av små effekter, särskilt där verkningsgraden är av mindre betydelse. Inre motståndet är högt och spänningsfallet över röret varierar med belastningen. Dessa rör äro lätta att arbeta med, förorsaka inga högfrekventa störningar och kräva inga speciella eller dyrbara anläggningar. Ingen risk för baktändning.

De gasfyllda rören ha lågt, konstant spänningsfall, med-ge likriktning av betydande strömmar med god verkningsgrad och kräva låg glödeffekt. De förorsaka högfrekventa störningar, till vilka vederbörlig hänsyn måste tagas vid användandet av dem.

Innan kvicksilverånglikriktarna sättas i drift efter transport eller när kvicksilver av andra orsaker avsatt sig på glasväggar eller elektroder, måste glödtråden först upphetas 10 à 15 minuter innan anodspänningen slås till. I normal drift måste glödspänningen slås till 15—60 sekunder (beroende av rörtyp) före anodspänningen och får icke bortkopplas före denna. Den tillåtna toleransen i glödspänning får icke överstiga $\pm 5\%$.

Arbetstemperaturen är $15\text{--}60^{\circ}\text{C}$ (=kondensationstemperaturen).

Kvicksilverkondensationstemperaturen kan mätas i närheten av rörsockeln invid glaskolven med ett termoelement eller med en liten termometer.

Då anodspänningsfallet i röret är oberoende av anodströmmen (10—20 V), måste anodströmmen alltid begränsas genom yttre element.

Högfrekventa fält och högspänningsfält kunna förorsaka baktändning. Därför måste röret skärmas för yttre fält och skyddas från högfrekvensspänningar i nätet genom filterelement.

5. Olika likriktarkopplingar

I det föregående ha likriktarrörens fysikaliska verknings-sätt berörts, och vi skola nu söka skaffa oss en bild av likriktarna i praktisk drift och analysera de uppträdande ström- och spänningsförloppen.

Fig. 11 visar kopplingen av en enkel likriktaranordning.

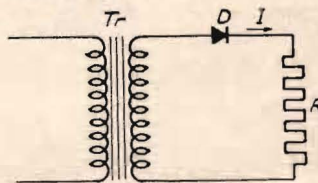


Fig. 11. Schema över enkel likriktaranordning utan buffertkondensator för silning av strömmen. T_r nättransformator, D strömventil och R belastningsmotstånd.

Tr är en transformator, D likriktaren, som vi i detta sammanhang kunna kalla strömventil, och R ett belastningsmotstånd. Ventilen släpper endast igenom ström under ena halvperioden av växelströmsförloppet, vilket i fig. 12 antydes av de streckade ytorna. Den likriktade strömmens medel-effektivvärde blir

$$\frac{I_{\max}}{2\sqrt{2}}$$

och dess galvanometriska medelvärde

$$\frac{I_{\max}}{\pi}$$

Det är naturligt, att en ström, som är så sönderhackad och ojämn, icke utan vidare kan användas som »likström». För vissa ändamål kan den tillåtas, t. ex. vid elektrolytiska anläggningar, laddning av ackumulatorer etc., men för direkt drift av radiomottagare och förstärkare är den oanvändbar. Den måste först »förädlas», vilket sker genom att låta den gå igenom ett filter av något lämpligt slag. För detta ändamål använder man sig av kondensatorer vanligen i förening med drosslar eller motstånd. Genom att använda flera strömventiler ordnade på lämpligt sätt kan man ytterligare minska strömpulsationernas amplitud (samtidigt ökar också deras frekvens, vilket har vissa fördelar).

Man särskiljer med avseende på filter två slags likriktartyper, nämligen likriktare med *kondensatoringång* (condenser input) och likriktare med *drosselingång* (choke input). Med kondensatoringång menas, att filtret efter ventilen börjar med en kondensator, fig. 13, och med drosselingång, att filtret börjar med en drossel, fig. 14. De båda typerna uppvisa, som senare skall visas, principiellt helt olika egenskaper, och skola av denna anledning här behandlas var för sig.

A. Likriktare med kondensatoringång

Denna typ av likriktare användes som regel i vanliga radiomottagare och mindre förstärkare.

1. Halvvågs- eller envägslikriktare.

Halvvågslikriktaren kännetecknas av att den endast likriktar strömmens ena halvperiod, medan den andra full-

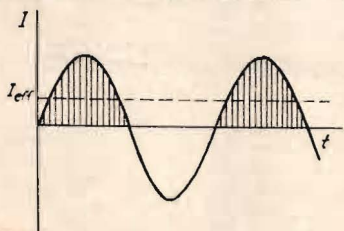


Fig. 12. Strömmen genom ventilen som funktion av tiden. Endast de positiva, streckade halvperioderna gå igenom, medan de negativa spärras. $I_{\text{eff}} = \frac{I_{\max}}{2\sqrt{2}}$

ständigt spärras. Fig. 13 visar den principiella kopplingen hos denna likriktartyp. Kondensatorn C uppladdas av transformatorn genom ventilen D och urladdas åter över motståndet R . I fig. 15 åskådliggöres spänningsförloppet. Den heldragna sinuskurvan V_{Tr} anger spänningen över transformatorns sekundärsida och den tandade kurvan V_C spänningen över kondensatorn. Uppladdningen av kondensatorn börjar så snart V_{Tr} är större än V_C . Laddningsförloppet börjar alltså vid tiden t_1 och slutar vid tiden t_2 . Under resten av perioden T sker urladdning över belastningsmotståndet R tills V_{Tr} på nytt har nått upp till V_C (tiden t_3). Laddningstiden är alltså

$$t_L = t_2 - t_1 \quad (1a)$$

eller, emedan t_1 är negativ

$$t_L = |t_2| + |t_1| \quad (1b)$$

Beteckna vi de till tiderna t_1 och t_2 hörande spänningarna med v_1 och v_2 , så blir medel-likspänningen över kondensatorn

$$V = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad (2)$$

Denna relation gäller under antagande av att uppladdning och urladdning av kondensatorn sker lineärt samt att urladdningsströmmen I_B är konstant, vilka approximationer vi utan vidare kunna tillåta oss. Spänningsvariationerna kring detta medelvärde bli

$$\Delta V = \frac{v_2 - v_1}{2} = \text{brumspänningen} \quad (3)$$

Den laddning, som passerar ventilen under ett laddningsintervall blir

$$Q = I(t_2 - t_1) = \frac{1}{R_i} \left[U \int_{t_1}^{t_2} \cos \omega t dt - \frac{v_2 + v_1}{2} (t_2 - t_1) \right]$$

Införas häri

$$v_1 = U \cdot \cos \omega t_1 \quad (4a)$$

$$v_2 = U \cdot \cos \omega t_2 \quad (4b)$$

så erhåller man efter integration och enkel trigonometrisk omvandling

$$Q = \frac{U}{R_i} \cdot \cos \omega \frac{\Delta t}{2} \left[\frac{2}{\omega} \sin \omega \frac{t_L}{2} - t_L \cos \omega \frac{t_L}{2} \right] \quad (5)$$

Häri är R_i motståndet i kretsen före kondensatorn

$$\Delta t = t_2 + t_1 \text{ och}$$

$$t_L = t_2 - t_1$$

Δt är ett mått på laddningskurvens oliksidighet och är

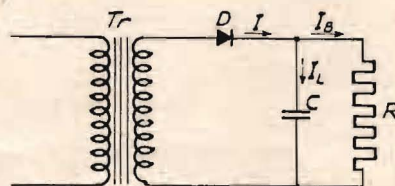


Fig. 13. Schema över halvvågslikriktare med buffertkondensator för att utjämna strömpulsationerna (»kondensatoringång»).

beroende av kondensatorns C storlek jämförd med belastningsmotståndet R . Vore C oändligt stor, skulle Δt bli noll och laddningskurvan förlöpa horisontellt. Detsamma bleve förhållandet, om R vore oändligt stort och C förutsattes läckningsfri.

I stället för att i detta fall räkna med laddningstid och urladdningstid kunna vi naturligtvis uttrycka oss med tillhjälp av vinklar, vilket i viss mån förenklar framställningen. Ett helt växelströmsförlopp motsvaras som bekant av

$$360^\circ = 2\pi \text{ radianer}$$

Är frekvensen $= f$ p/s blir tiden för ett förlopp

$$T = \frac{1}{f} = \frac{3\pi}{\omega} \text{ sekund}$$

där $\omega = 2\pi f =$ vinkelhastigheten i radianer/sekund. Vi införa nu laddningsströmvinkeln Θ , vilken definieras som det 2π -faldiga förhållandet mellan halva laddningstiden och periodtiden T , alltså

$$\Theta = \pi \frac{t_L}{T} = \frac{1}{2} \cdot \omega \cdot t_L \quad (6)$$

Med tillhjälp av Θ uttrycka vi nu

$$t_L = \frac{2}{\omega} \cdot \Theta \quad (7)$$

I analogi med föregående kunna vi också skriva

$$\alpha = \frac{1}{2} \cdot \omega \cdot \Delta t \quad (8)$$

varav

$$\Delta t = \frac{2}{\omega} \cdot \alpha \quad (9)$$

Införa vi nu (7) och (9) i (5) få vi

$$Q = I \cdot t_L = \frac{2U}{\omega R_i} \cos \alpha \cdot (\sin \Theta - \Theta \cdot \cos \Theta) \quad (10)$$

Detta är alltså den laddning, som under laddningsförloppet passerar ventilen. Anse vi belastningsströmmen konstant är alltså

$$Q = I_B \cdot T \quad (11)$$

Ur (2), (4 a) och (4 b) fås

$$V = \frac{U}{2} (\cos \omega t_2 + \cos \omega t_1) = U \cdot \cos \Theta \cdot \cos \alpha \quad (12)$$

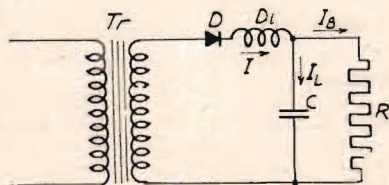


Fig. 14. Schema visande principen för »drosselingång». Av skäl, som komma att behandlas i fortsättningen av denna artikel, användes dock icke halvvägslikriktning i praktiken vid likriktare med drosselingång.

samt ur (1), (4 a) och (4 b) analogt

$$\Delta V = U \cdot \sin \Theta \cdot \sin \alpha \quad (13)$$

Den laddning, som under urladdningsförloppet passerar genom R måste vara lika med den, som under laddningsförloppet tillförts C . Spänningshöjningen är lika med $2\Delta V$ och laddningen

$$Q = 2 \cdot \Delta V \cdot C = I_B (T - t_L) \quad (14)$$

Genom att kombinera (10) och (11) kunna vi skriva belastningsströmmen

$$I_B = \frac{U \cdot \cos \alpha}{\pi \cdot R_i} (\sin \Theta - \Theta \cdot \cos \Theta) \quad (15)$$

Vi ha nu erhållit uttryck på likspänningen V (12), brumspänningen ΔV (13) och den uttagna likströmmen I_B (15), som likriktaren lämnar.

Ovan angivna formler lämpa sig emellertid icke för ett direkt uträknande av ifrågavarande storheter på grund av att relationerna äro transcendent. I stället gå vi till väga på följande sätt. I (14) insätta vi (13) och (15), varvid vi erhålla följande uttryck på α

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(\pi - \Theta) (1 - \Theta \cdot \cot \Theta)}{2 \cdot \pi^2 \cdot f \cdot C \cdot R_i} \quad (16)$$

Man ser härur det omedelbara sambandet mellan α och uttrycket laddningstidskonstant $\times$ frekvens. Genom att nu välja olika värden på Θ kunna vi beräkna α . Då Θ och α äro kända, insättas dessa värden i ekvationerna för V , ΔV och I_B , varefter V och ΔV uppritas som funktioner av I_B i ett diagram.

Forts.

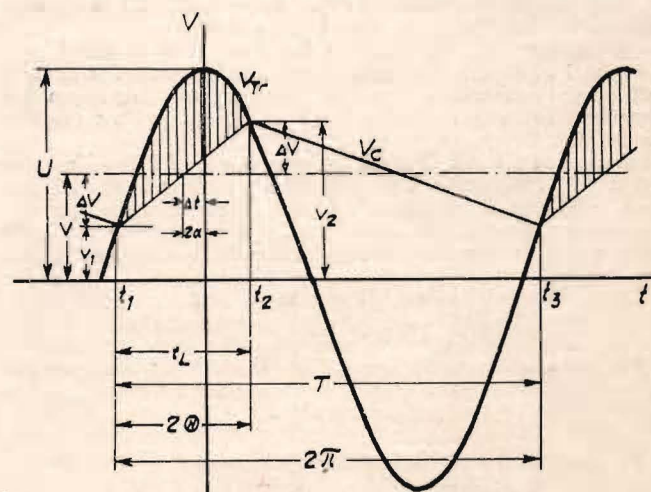


Fig. 15. Diagram över spänningsförloppet över buffertkondensatorn C vid halvvägslikriktning. I verkligheten förlöper V_c dock icke fullt rätlinigt utan utesluter en exponentialkurva. Vi kunna dock här approximera densamma till en rät linje utan att göra oss skyldiga till alltför grova fel.

SAMMANTRÄDEN

Stockholms Radioklubb.

Vid klubbens sammanträde den 9 december på Tekniska Högskolan höll tekn. dr E. T. Glas ett intressant föredrag över ämnet: »Mottagningsantennen. Teoretiska grunder». På grund av ämnets art blev det ganska mycket teori, men föredragshållaren vinnlade sig om att framställa det hela så lättfattligt som möjligt. Man fick även reda på en hel del praktiska saker i fråga om mottagningsantennerna.

Till att börja med angavs ett par enkla formler för beräkning av den elektriska och den magnetiska fältstyrkan, alstrad av en sändarantenn. Strömmen i mottagarantennen beräknades sedan. I samband härmed kom föredragshållaren in på fältstyrkemätning. Effektiva höjden hos olika antenner berördes. För beräkning av hur stor del av antennens tomgångsspänning, som kan tillgodogöras mottagaren, upprättades mottagningsantennens ekvivalenta schema och klargjordes vilka element som ingå där i och deras egenskaper. En hel del speciella problem vid sändar- och mottagarantennerna belystes, såsom egenväglängd hos L- och T-antennerna. Skillnaden mellan en halvvägsledare och en dipol klargjordes. En ordinär halvvägsantenn bör ej benämnas dipol. Inverkan av marken eller ett plåttak på egenskaperna hos en horisontell halvvägsantenn berördes. Slutligen omtalades olika utföringsformer av bredbandsantennerna.

Västerås Radioklubb

höll ordinarie sammanträde den 13 oktober. Många medlemmar hade infunnit sig. Ett intressant föredrag hölls av herr Knut Kihlberg över ämnet: »Säkerhetssynpunkter på radioarbetet».

Vid sammanträdet den 16 november förekom ett mycket intressant föredrag av herr Arne Åkesson över ämnet: »Elektronröret i olika oscillatorkopplingar».

Den 14 december avhöll klubben sitt sista ordinarie sammanträde för året. Herr Ivar Martinsson höll härvid ett anförande om »Det magnetiska flödet».

LITTERATUR

C. A. Strömberg: *Konsten att räkna*, 3:e uppl., Nordisk Rotogravyr, Stockholm 1943, 232 sidor, oktav, inb. kr. 7: 50.

Denna intressanta matematikbok har under flera år icke kunnat erhållas i bokhandeln. Att nytryckning ej skett sammanhänger med att boken ursprungligen utgavs på privat initiativ. Efterfrågan har emellertid varit stor, och en tredje oförändrad upplaga har nu utgivits av Nordisk Rotogravyr.

»Konsten att räkna» är redan tidigare recenserad i *Populär Radio* (nov. 1935). Den är av värde såväl för den studerande som för den, som redan har skolan bakom sig och som önskar friska upp sina matematikkunskaper, antingen det nu är av rent intresse för ämnet eller därför att han behöver matematiken för praktiskt bruk. Den studerande får i denna bok svar på frågan »varför», något som åtminstone för en del skolynglingar är en förutsättning för att de skola kunna tillgodogöra sig matematiken och uppmobilisera intresse för den. Intresseväckande är denna bok i hög grad. Den har även bland skolmän fått varma lovord. För självstudier är boken idealisk genom sin klara framställning. Följande uppräknings av kapitelrubrikerna ger en uppfattning om innehållet.

1. Talsystem, räknesätt, talbegreppets utveckling, räknelagar.
2. Storheter, proportionalitet, analogier.
3. Kritisk behandling av siffror.
4. Likheter.
5. Olikheter.
6. Funktioner.
7. Ur talteorien.
8. Rötter.
9. Potenser.
10. Logaritmer.
11. Serier.
12. Sammansatt ränta.
13. Matematisk induktion.

14. Newtons binomialteorem.
15. Permutationer, variationer, kombinationer.
16. Sannolikhetskalkyl.

Jarlibro de la Internacia Esperanto-Ligo 1943, dua parto. Internacia Esperanto-Ligo, Heronsgate, Rickmansworth (Herts.), England, 51 sidor, häftad.

Denna årsbok från Internationella Esperantoförbundet är av intresse, emedan dess väsentliga innehåll utgöres av en lista över radiotekniska termer med förklaringar. För den språkkunnige radiomanen är det ej så svårt att tyda ett och annat av innehållet. För den som på en gång är intresserad av esperanto och radioteknik bör denna ordlista vara till stor glädje.

Daten und Schaltungen moderner Empfänger- und Kraftverstärkerrohren. (Ergänzungsband.) Band 3. N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven (Holland) 1942. 213 sidor, rikt illustrerad, inbunden 11: 30 kr.

Detta tredje band i Philips välkända bokserie utgör en direkt fortsättning till andra bandet och innehåller data och beskrivningar över nyckelrören, D-rören och U-rören, ävensom de två typerna ECH 4 och EL 50. För varje rörtyp finnas erforderliga kopplingscheman, kurvbilder m. m., som i detalj klargöra rörets rätta arbetsförhållanden. Liksom i det föregående bandet finnas dessutom ett antal kompletta apparatscheman, som visa hur rören på bästa sätt användas i praktiken. Dessa scheman, i vilka värden på alla ingående detaljer äro angivna, åtföljas av ganska utförliga beskrivningar samt data över känslighet, selektivitet m. m. Sammanlagt finnas tio dylika scheman med beskrivningar. Detta gör boken värdefull ej blott för dem, som önska få bästa möjliga resultat med Philips' rör, utan även för dem som äro intresserade av att följa den moderna apparatteknikens utveckling.

FRÅGESPALTEN

H. M., Nässjö. Hur kan man förvandla 2,5 V glödspänning till 6,3 V med hjälp av en extra lindning på närttransformatorn?

Svar: Detta sker genom att pålinda ett lämpligt antal extra varv utanpå transformatorlindningen, vilket i regel kan göras utan att kärnan borttages, och seriekoppla dessa med varven för 2,5 V. Härvid måste tillses, att de båda lindningarna gå åt samma håll och ej motverka varandra, vilket kan kontrolleras med en voltmeter eller en glödlampa för 6,3 V. Ev. kan man ju avstå från att använda 2,5 V lindningen, men flera extra varv erfordras då. Beträffande val av tråddiameter till de extra varven finnas anvisningar här för i *Populär Radios* nomogram för beräkning av närttransformatorer.

Om lindningen för 2,5 V är synlig, räknar man antalet varv på denna. Antingen, att det är n_1 varv. Antalet extra varv som erfordras, n_2 , fås då ur formeln: $n_2 = n_1 \cdot (6,3 - 2,5) / 2,5 = 1,52 n_1$. En dylik beräkning kan endast ge ett ungefärligt resultat, och den på rörens glödtrådar erhållna spänningen bör helst kontrollmätas med en växelströmsvoltmeter.

»Grammofontekniker». Blir slitningen av grammofonskivorna mindre med en s. k. safirnål än med en vanlig stål-nål, som man byter för varje skivside? Finns det någon elektromagnetisk pick-up, avsedd för dylika nålar, som har lika god frekvenskurva som Telefunkens (Siemens') safir-pick-up?

Svar: Om man endast betraktar själva nålen, så sliter kanske en vanlig nål ej mer på skivorna än en safir. Det är mycket som inverkar här, nålmaterialets hårdhet, safirnålens slipning m. m. Vi kunna ej med säkerhet uttala oss i denna fråga. Emellertid har safiren ej enbart den fördelen, att man slipper byta nål, utan genom safirens litenhet samt frånvaron av fästankordningar, ävensom genom små dimensioner hos järnkaret, blir massan och tröghetsmomentet hos det rörliga systemet avsevärt mindre än vid en elektromagnetisk nålmikrofon av vanlig typ. Därtill kommer att nåltrycket hos safir-pick-up'en är mycket lågt. Allt detta gör att slitningen av skivorna reduceras högst avsevärt. Genom den höga resonansfrekvensen fås en mycket jämn frekvenskurva.

En vanlig elektromagnetisk nålmikrofon kan ej ge så gott resultat.

ALLFORMATORER

för vilka standardkonstruktion finnes

Primär spänning	Sekundär spänning	Effekt	Utförande
2,4 V =	120 V =, 180 V =	10 W	med filter
3,6 V =	120 V =	3,6 W	» »
*4,8 V =	120 V =	1,2 W	» »
*6 V =	110 el. 220 V ~	80 W	utan »
6 V =	250 V =	10 W	med »
*6 V =	400 V =	60 W	utan »
6 V =	250 V =, 500 V =	95 W	med »
*12 V =	200 V =	8 W	» »
*12 V =	400 V =	60 W	utan »
12 V =	110 el. 220 V ~	110 W	» »
12 V =	220 V ~	150 W	med »
12 V =	250 V =, 450 V =, 6,5 V ~	100 W	» »
12 V =	275 V =, 400 V =	110 W	» »
24 V =	130 V =	13 W	» »
24 V =	600 V =, 50 V ~	215 W	» »

* levereras omgående från lager.

Ovan ha endast Allformatorer som huvudsakligast äro avsedda för radioändamål medtagits. Vid beställning av enstaka apparater bliva priserna fördelaktigare om någon av standardtyperna användas. En mindre variation i spänningen betraktas ej som avvikelse från standardkonstruktionen.

GRAHAM BROTHERS A/B

Tel. namnanrop.

Postadress Stockholm 16.

Det finns emellertid en typ av fabrikatet »His Master's Voice», där visserligen utbytbara stålålar begagnas, ehuru dessa ha så små dimensioner, att de måste isättas med ett speciellt verktyg. Egen-skaperna hos denna pick-up torde närma sig dem hos safir-pick-up'en. Detsamma gäller i sådana fall, där intet egentligt ankare förefinnes, utan den mellan magnetpolerna löst (t. ex. i gummi) inspända gram-mofonnålen samtidigt utgör ankare i pick-up'en.

»Högtalare». Efter vilken princip arbetar en permanentdynamisk högtalare? Jag känner väl till den elektrodynamiska högtalarens arbetssätt, likaså den elektromagnetiska högtalarens.

Svar: Den s. k. permanentdynamiska högtalaren är intet annat än en elektrodynamisk högtalare. Av denna finnas tvenne typer. I den ena typen alstras magnetflödet i luftgapet av en elektromagnet, i den andra av en permanent magnet (stålagnet). Det är den sist-nämnda typen som går under namnet »permanentdynamisk» högtalare. Brukar ibland även kallas »P.M.-högtalare», där förmodligen »P.M.» syftar på den permanenta magneten. Men även elektromagnetiska högtalare ha ju permanent magnet, varför benämningen »P.M.-högtalare» måste anses mindre lyckad.

H. W. Matfors. Finns det någon praktiskt tillämpad koppling, där slutrörets katod minusförbindes över utgångstransformatorns sekundärledning? I så fall, vad har en sådan koppling för praktisk uppgift att fylla?

Svar: Detta är ett sätt att åstadkomma negativ återkoppling i slut-steget. Spänningen över sekundärledningen, som i detta fall måste utgöra en lämplig bråkdel av primärspänningen, återföres till gallret i sådan fas, att den ursprungliga gallerspänningen (signalspänningen) motverkas. Visserligen inmatas den återförda spänningen mellan katod och minus (jord), men detta har samma effekt som om den inmatades mellan gallret och jord, ehuru spänningen då skall ha rakt motsatt fas.

Nytan av den negativa återkopplingen är i detta fall, där sanno-

likt slutröret är en pentod, att den (skenbart) reducerar rörets inre motstånd, så att bättre dämpning erhålles av svängspolens egensvängningar vid resonansfrekvensen. Detta bidrar i hög grad till att för-bättra återgivningen vid användning av pentodsluttrör. Även den med sådana rör erhållna, relativt kraftiga distortionen reduceras.

»Crystal controlled.» Tacksam för svar på följande frågor:

- 1) Var inkopplas en kristall i en mottagare?
- 2) Inkopplas den för att höja selektiviteten?
- 3) Vad är de svenska uttrycken för a) »Noise Silencer Adapter», b) »Field Strength Indicator», c) »Modulation Monitor» och d) »Key Click Eliminator»?

Svar: 1) Kristallen inkopplas i ett av mellanfrekvensfiltren. 2) Ja. Det är främst vid telegrafimottagning, som ett s. k. kristallfilter är av betydelse, ty detsamma möjliggör en mycket hög grad av selektivitet. Vid telefonimottagning fördras större bandbredd. Emellertid finnas kristallfilter, som möjliggöra variation av bandbredden inom vida gränser, så att även rundradiomottagning är möjlig med filtret inkopplat. 3) Det är i regel lättare att omtala betydelsen av dylika uttryck än att finna motsvarande svenska. a) Tillsatsapparat (el. dyl.) för störningsdämpning, b) fältstyrkeindikator, c) en liten enkel mottagare, som begagnas på en amatörsändarstation för kontroll av modulationen eller att sändaren fungerar på rätt sätt, d) ett filter för eliminering av de i rundradiomottagare hörbara knäpparna från sändarens telegraferingsnyckel; anbringas vid nyckeln.

»Tekniker». Heter det »kapacitet» eller »kapacitans»? Båda uttrycken förekomma omväxlande i litteraturen.

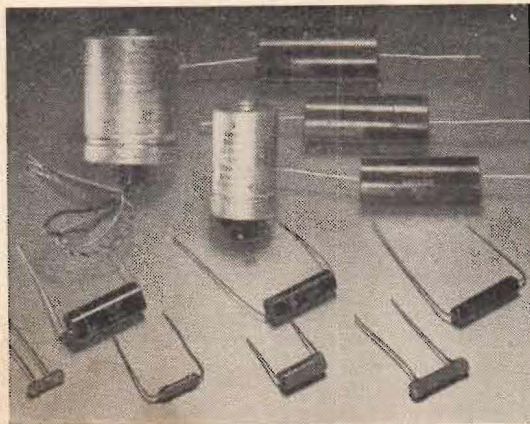
Svar: Enligt Tekniska Nomenklaturcentralen heter det kapacitans, och detta uttryck hör alltså begagnas.

»Fasvinkel.» Vad har man för nytta av att känna impedansens fasvinkel, t. ex. vid anpassning av en elektrodynamisk högtalare till en förstärkare?

Svar: I sådana fall behöver man ej bekymra sig om fasvinkeln, utan anpassningen sker efter impedansens absoluta belopp eller »amplitud». I många andra fall har emellertid fasvinkeln stor betydelse.



KONDENSATORER och MOTSTÅND



Vi leverera elektrolytkondensatorer, rörkondensatorer, motstånd m.m. i alla utföranden för radioindustrien, serviceverkstäder m. fl.

SIEMENS

STOCKHOLM · GÖTEBORG · MALMÖ · SUNDSVALL · NORRKÖPING
SKELLEFTEÅ · ÖREBRO · KARLSTAD · JONKÖPING

BYTEN OCH FÖRSÄLJNINGAR

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

Spolsystem Geleso 1925 kortvåg 13—27, 27—56, 55—120 mellanvåg, långvåg gram. med gangkondensator säljes eller bytes mot gott allströmsinstrument. Svar till U. Alfredsson, Håkmossens gård, Älvsjö.

Superspolsystem med högfrekvenssteg, Zenith, 13—2000 m. i 5 band. 4-gångund. Inb. omkoppl. S. Frostell, Stortorget 21, Malmö.

Spolsystem, större, för superheterodyn-mottagare, helst amer. fabr., önskas köpa. Svar till T. Strömberg, Djursholm 2.

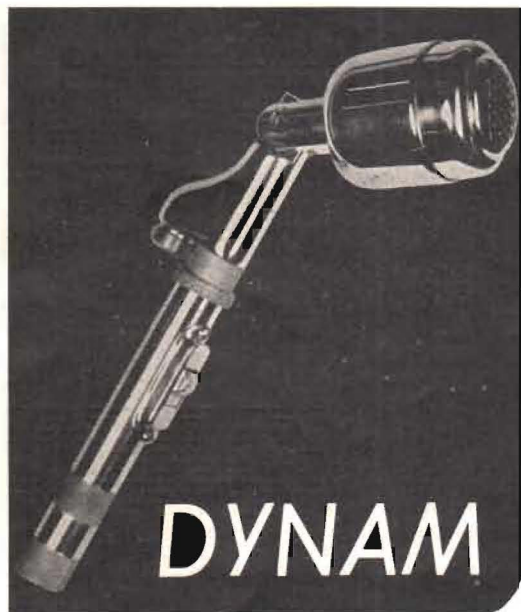
Nästän ny Tornado-motor, 110 växel- och likström, 1/3 hk, bytes mot bashögtalare 12 tum. Siemens m A-meter (15/150 m A) bytes mot förslag. Svar till Ing. Elfors, Nynäshamn (tel. 259).

UK-laborant

Radiokunnig ingenjör, gärna sändaramatör, med examen, erhåller omedelbart anställning på ultrakortvåglaboratorium. Svar med meritförteckning, betygsskrifter samt uppgift om löneanspråk till »Ultrakortvåg», Sven Rygaards Annonsbyrå A. B., Mästersamuelsgatan 22, Stockholm f. v. b.

DYNAM

— en svensk mikrofon
i särklass



TEKNISKA DATA: FREKVENSSOMRÅDE 40—8000 per/sek
IMPEDANS 50 Ω

DYNAM — som i dagarna introducerats på radiomarknaden, är resultatet av årslånga experiment och specialstudier inom mikrofontekniken. Vi äro stolta över DYNAM.

Den är icke blott tekniskt verkligt förstklassig, utan dessutom synnerligen stabil, vacker och elegant, helt förnicklad och högglasspölerad.

Tack vare det stora frekvensområdet kan DYNAM användas lika väl för anstaka röster eller instrument som för hela orkestrar.

DYNAM har mycket hög känslighet och impedansen 35 ohm gör det möjligt att använda långa ledningar utan störningar och känslighetsförsämring. Transformatorer till DYNAM finnas med vanlig kärna eller högvärdig nickellegering. DYNAM kan även fås med inbyggd transformator.

PEARL MIKROFONSERVIS

Kristallmikrofoner och kapslar till alla i marknaden förekommande mikrofoner tillverkas och repareras. Kristaller tillverkas för alla speciella ändamål. Reservdelar till alla i marknaden förekommande mikrofontyper. Vår mikrofonservis står alltid till Eder tjänst med alla tekniska upplysningar.

PEARL

MIKROFONLABORATORIUM

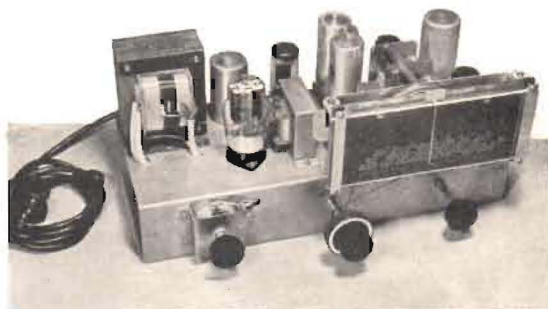
FLYSTA

TEL. 36 26 27

NY BYGGSATS för amatörer

4-rörs växelströmssuper med kort-, lång- och mellanväg. Spolar med ferrocantkärna. Pris endast kronor 150:— netto med 8" högtalare.

Schema och materialförteckning separat, kronor 2:—.



Till vår katalog för 1943 ha nu utkommit 8 nya sidor upptagande nya delar och lägre priser på elektrolyter. Rekvrirera dessa i dag.

CHAMPION RADIO A.-B.
STOCKHOLM

POLHEMSGATAN 38

TEL. 53 65 81, 51 07 06, 50 05 22



Vitrohm

motstånd, grafit och trådlindade, alla värden,
 $\frac{1}{2}$ watt—100 watt, även justerbara

Mikrofonkontakter

skärmdade 1- och 3-poliga.

Pedersens trådlindade potentiometrar, 5 watt, 10—100 000 ohm.

D. K. F. glimmerkondensatorer, 10—10 000 pF, tolerans: 5 och 10 %.

Rekv. vår radiokatalog mot 60 öre i frimärken.

UNIVERSAL-IMPORT AB

TOMTEBOGATAN 2, STOCKHOLM

Telefon 30 10 84, 33 38 18

DANAVOX MIKROFONER



DANAVOX *nya* BANDMIKROFON

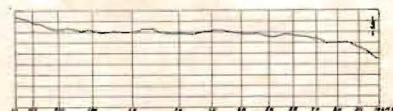
Typ B.1. är en kvalitetsmikrofon i högsta klass.

Frekvensområde 30—10.000 Htz.

Känslighet 0,006 mV/ μ bar

Utgångsimpedans 200 Ohm.

Pris kr. 395:—



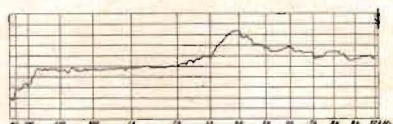
DANAVOX MIKROFON *Typ D 1* (DYNAMISK)

Frekvensområde 40—10.000 Htz.

Känslighet 0,05 mV/ μ bar

Utgångsimpedans 14 Ohm.

Pris kr. 385:—



DANAVOX MIKROFON *Typ D 2* (DYNAMISK)

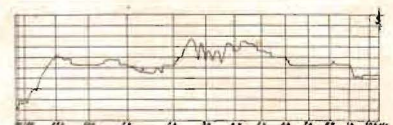
Frekvensområde 100—9.000 Htz.

Känslighet 0,04 mV/ μ bar

Utgångsimpedans 14 Ohm.

Pris med handtag kr. 185:—

Pris utan handtag kr. 135:—



Universalförstärkare Refrängsångsförstärkare Förstärkarpaneler
för all slags användning Slutförstärkare 20-40-80 watt
Kommandoanläggningar Tillbehör av alla slag



FABRIK FÖR ELEKTROAKUSTISKT MATERIAL
Finsensvej 39, Köpenhamn F.

Vi söker en ensamförsäljare för Sverige. Skriv till oss angående ett sammanträffande med vår direktör Rosenstand, som kommer till Sverige inom den närmaste tiden.