

Årboga Elektronikhistoriska Förening
www.aef.se

10230

POPULÄR RADIO HANDBÖCKER

**RADIOTEKNISK
HANDBOK
DEL I**

M. HOLMGREN

RADIOTEKNISK HANDBOK

DEL I.

POPULÄR RADIOS HANDBÖCKER

RADIOTEKNISK HANDBOK

Av
Civilingenjör MATS HOLMGREN

DEL I

ANDRA UPPLAGAN

*Nordisk Rotogravyr
Stockholm*

NORDISK ROTOGRAVYR, STOCKHOLM 1937

Förord

till första upplagan

Att bygga radioapparater var förr en hobby, som odlades av många och ofta med framgång. Det var dubbelt nöje att lyssna i sin egen hemgjorda apparat, även om dess egenskaper ej fullt motsvarade vad som kunde åstadkommas med samma enkla medel, rätt använda. Numera ha apparaterna komplicerats så att amatören har fått svårt att själv tillverka sådana delar som spolar och kondensatorer. För övrigt lönar det sig knappast att tillverka dylika delar själv. De, som finnas i marknaden, äro både billiga och mestadels bra. Dock kan det för amatören och servicemannen vara av värde att ha möjlighet att kontrollera och värdesätta de delar han köper. Därför skall i denna lilla bok även i korthet behandlas sådana apparater, som kunna vara till hjälp härvid.

En annan viktig sak för den som sysslar med radio är att kunna använda delarna på rätt sätt. Förr voro pretentionerna på t. ex. selektivitet och ljudkvalitet ej så stora och mottagaren behövde ej vara så särskilt lättskött. Det var då ej så noga med dimensioneringen utan man kunde följa vissa standardvärden ur schemor och beskrifningar utan att veta varför man gjorde så och så. Numera ligger saken något annorlunda till. Den lämpligaste dimensioneringen har icke ändrats men väl möjligheterna att kontrollera densamma. För den experimenterande amatören och även i viss mån för servicemannen torde det vara av intresse att veta varför t. ex. vissa fasta kondensatorer eller läckor ha den eller den storleken. Därför skall i senare delen av boken framföras exempel på dimensioneringen av vissa detaljer.

Boken gör icke anspråk på någon fullständighet utan är endast avsedd som en kortfattad hjälpreda för dem, som syssla med justering och ombyggnad av radioapparater samt experimenterande amatörer. Det är att hoppas att boken även för nybörjaren på området skall vara tillräckligt lättfattlig för att i någon mån skingra dunklet kring radions för många så stora och djupa mystik.

De i denna bok återgivna nomogrammen för grafisk beräkning äro hämtade ur »Radio Data Charts», utgiven av »Wireless World», där de återfinnas i större skala tillsammans med en mångfald andra nomogram för beräkningar inom radiotekniken.

Stockholm i januari 1935.

Mats Holmgren.

Innehållsförteckning

Förord	5
Allmänna synpunkter på moderna mottagare	9
Grundläggande enheter och beräkningar:	
Motstånd	11
Kapacitet	16
Induktans	20
Impedans	27
Mätbryggor	32
Dynatronen	42
Matchning av kondensatorer och spolar	45
Rörmätning	48
Impedansmätning	55

Allmänna synpunkter på moderna mottagare

För närvarande torde selektiviteten vara det som värderas mest i en rundradiomottagare. Känsligheten är närmast det viktigaste och låter apparaten sedan någorlunda bra så är man nöjd och belåten. Vad som sedan menas med att låta bra eller ha klart och rent ljud är en smaksak. I allmänhet torde en radioapparat anses låta bra om den inte klirrar och skraller utan har ett mjukt och behagligt ljud, fritt från störningar.

Men snart kommer den tid då ljudkvaliteten får större betydelse och då det lågfrekventa tonomfånget, som apparaten har, är avgörande för hur bra apparaten låter. På nuvarande ståndpunkt har den som tillverkar en radiomottagare i sin hand att göra återgivningen god och det hela är endast en dimensionerings- och kostnadsfråga. Största stötestenen är nog att med bibehållen selektivitet kunna få fram ett ljud som såväl teoretiskt som praktiskt kan anses tillräckligt gott.

I äldre apparater kunde det fuskas en hel del med dimensioneringen för såväl höga som låga toner på lågfrekvenssidan, helt enkelt på grund av de magnetiska högtalarnas dåliga förmåga att göra full rättvisa åt alla toner. Den moderna elektrodynamiska högtalaren har lagt saken på ett annat plan. Det är alltså inte alltid det kan lyckas att förbättra en gammal mottagares egenskaper beträffande ljudet genom att endast byta den magnetiska högtalaren mot en god dynamisk.

När det gäller en mottagares högfrekventa del ha vi en mängd saker att iakttaga på moderna apparater, som förr voro av under-

ordnad betydelse. I och med enrattsavstämningen framkom en rad problem, som avsevärt ökade fordringarna på de i apparaten ingående delarna. Spolar och kondensatorer i kretsarna skulle stämma överens mycket noga och likaså måste förlusterna i kretsen hållas nere.

Man är numera tvungen att dels räkna ut olika i apparaten ingående delars värden och dels mäta upp dem med en noggrannhet, som för varje särskilt fall måste bestämmas med hänsyn till den plats i apparaten, som delarna intaga.

I det följande skola vi gå igenom de viktigaste delarna i en radioapparat och enkla matematiska uttryck för bedömande av deras verkan samt mätapparater med vilka en amatör eller serviceman åtminstone hjälpligt kan reda sig. Att bygga och justera radiomottagare är numera ingen lätt sak och resultatet beror i hög grad på vederbörande som utför arbetet samt noggrannheten och det goda omdömet hos honom.

Grundläggande enheter och beräkningar

MOTSTÅND.

Bland de delar som ingå i en radioapparat torde motstånden vara i majoritet. De utföras dels fasta och dels variabla samt i form av spänningsdelare, s. k. potentiometrar. Motståndet mätes i enheten ohm. Ett motstånd har värdet 1 ohm (Ω) när det åstadkommer ett spänningsfall av 1 volt (V) om det genomflytes av en ström på 1 ampère (A). I ett motstånd, R, som genomflytes av en viss ström råder ett ständigt förhållande mellan strömmen, i, och spänningsfallet, e, i motståndet. Detta är den viktigaste av alla lagar inom elektrotekniken, nämligen Ohms lag, vilken kan skrivas

$$i \cdot R = e$$

Lagen gäller även för växelström.

Vid seriekoppling av ett antal motstånd blir totala motståndet lika med summan av motstånden

$$R = R_1 + R_2 + \text{o. s. v.}$$

och vid parallellkoppling blir totala ledningsförmågan $\frac{1}{R}$ lika med summan av de enskilda ledningsförmågorna eller

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \text{o. s. v.}$$

Vid endast två parallella motstånd kan resulterande motståndet skrivas

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Enligt diagrammet i fig. 1 kan denna uträkning även göras.

Fig. 2 ger ett exempel på mätning av ett motstånd medelst likström enligt den s. k. volt-ampere-metermetoden. Här har man, som stundom förekommer i praktiken, måst korrigera för ampere-meterens motstånd $0,2 \Omega$. I fig. 3 ha vi ett exempel på en koppling, i vilken man bör korrigera för volt-meterens strömförbrukning. Om man har tillgång till goda instrument, vilket oftast är detsamma som dyrbara instrument

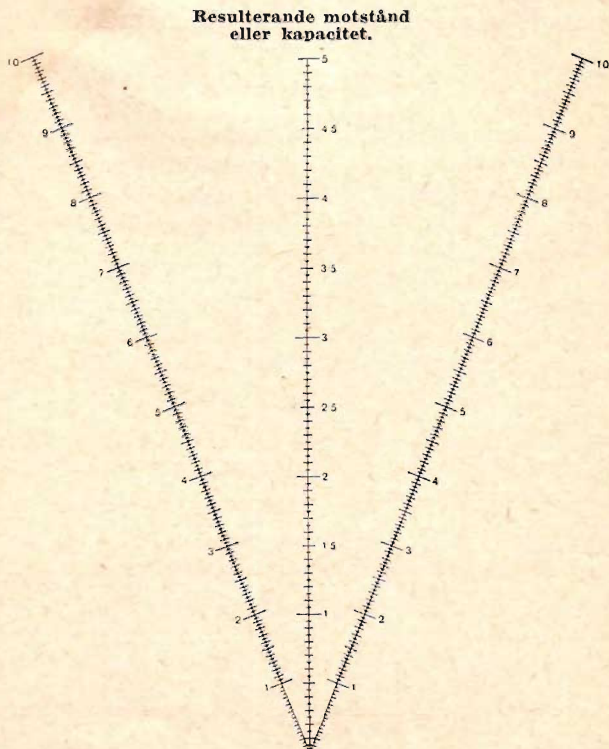
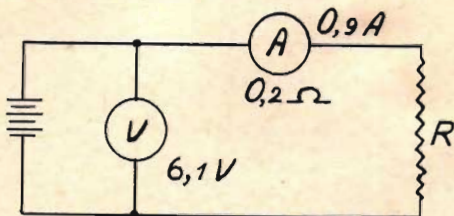


Fig. 1. Resultierende värdet av två parallella motstånd eller två seriekopplade kondensatorer.

med liten strömförbrukning eller litet motstånd för respektive volt- och amperemetrar behöva dylika korrektioner sällan göras.

Ett exempel på motstånds beräkning vid spänningsdelning ha vi i fig. 4.

Praktiskt taget kan man anse att ett motstånds värde är detsamma

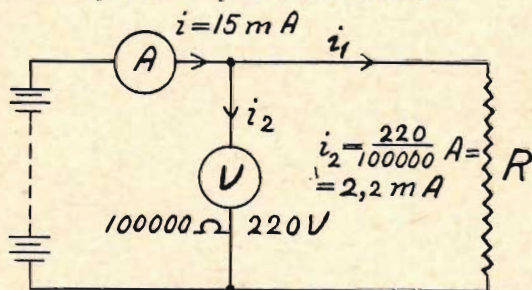


$$(R + 0,2) \cdot 0,9 = 6,1$$

$$R + 0,2 = 6,8$$

$$R = 6,6 \, \Omega$$

Fig. 2. Mätning av motstånd med volt-amperemetermetoden. Hänsyn tagen till amperemetrens motstånd.



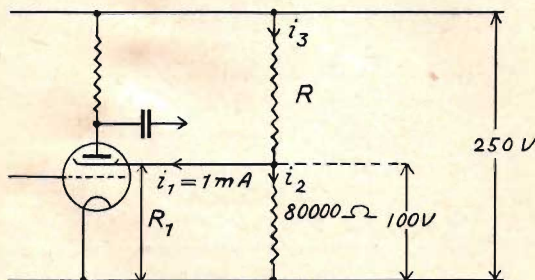
$$i_1 = i - i_2 = 15 - 2,2 = 12,8 \, \text{mA} = \frac{12,8}{1000} \, \text{A}$$

$$\frac{12,8}{1000} \cdot R = 220$$

$$R = \frac{220 \cdot 1000}{12,8} = 17.200 \, \Omega$$

Fig. 3. Motståndsmätning med volt-amperemetermetoden. Korrektion för voltmeters strömförbrukning.

för växelström som för likström. Vid högfrekvens och med grov tråd lindade motstånd uppträder dock s. k. skineffekt, som gör att växelströmsmotståndet kan ökas väsentligt. Detta är anledningen till att litztråd användes vid högfrekvensspolar.



$$i_2 = \frac{100}{80\,000} \text{ A} = \frac{5}{4} \text{ mA}$$

$$i_3 = i_1 + i_2 = 1 + \frac{5}{4} = \frac{9}{4} \text{ mA}$$

$$i_3 \cdot R = 250 - 100 = 150 \text{ V}$$

$$R = \frac{150 \cdot 1000}{\frac{9}{4}} = 66,700 \, \Omega$$

Fig. 4. Exempel på spänningsdelning.

För beräkning av mindre motstånd av rund tråd kan följande formel användas

$$R = c \cdot l \cdot \frac{4}{\pi d^2} \Omega$$

där c är motståndskoefficienten enligt nedanstående tabell. l är trådens längd i meter och d dess diameter i mm.

Man bör alltid tillse att ett motstånds effektförbrukning ej överstiger det tillåtna värdet. Effekten, P , beräknas ur någon av formlerna

$$P = R \cdot i^2 = e \cdot i = \frac{e^2}{R}$$

Ett exempel på användningen av denna formel ha vi i fig. 5. Ett rör

Tabell över motståndskoefficienter.

Silver	0,016	Nysilver	c:a 0,25
Koppar	0,017	Nickelin]	0,40
Guld	0,023	Manganin	0,43
Aluminium	0,029	Konstantan	0,50
Zink	0,060	Kvikksilver	0,95
Mässing	c:a 0,080	Nickrom	c:a 1,0
Järn	0,086	Kol	över 100
Platina	0,107		

CL 2 är kopplat som i fig. och har en anodström på 50 mA. Skärmgallerströmmen är 6 mA. Hur stort skall R vara för att galler-spänningen skall bli 14 volt och hur stor effekt skall motståndet tåla?

$$i \cdot R = \frac{50+6}{1000} \cdot R = e = 14$$

$$R = \frac{14000}{56} = 250 \, \Omega$$

$$P = R \cdot i^2 = 250 \left(\frac{56}{1000} \right)^2 = 0,78 \text{ Watt}$$

$$\text{eller } P = e \cdot i = 14 \cdot \frac{56}{1000} = 0,78$$

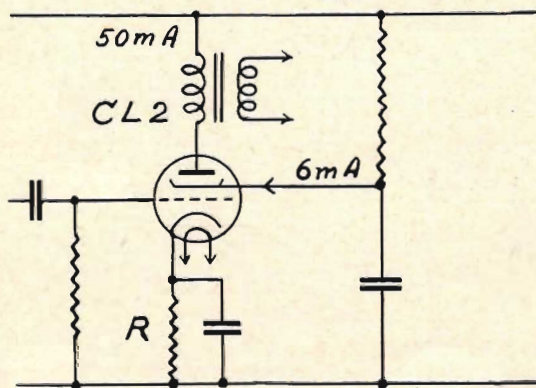


Fig. 5. Beräkning av katodmotståndet.

$$\text{eller } P = \frac{e^2}{R} = \frac{14^2}{250} = 0,78$$

Vi böra alltså välja en 1-Wattsläcka på 250 Ω .

KAPACITET.

En kondensators kapacitet är ett mått på dess förmåga att upptaga elektrisk laddning. Kapaciteten mätes i enheten Farad eller oftare i mikrofarad (μF) och mikromikrofarad ($\mu\mu F$). 1 F = 1.000.000 μF och 1 μF = 1.000.000 $\mu\mu F$. Även enheten cm förekommer, 1 $\mu\mu F$ = 0,9 cm eller 1 cm = 1,11 $\mu\mu F$.

En fast kondensators kapacitet (C) kan beräknas ur formeln

$$C = (n-1) \frac{a \cdot E}{11,3 \cdot d} \mu\mu F$$

där n är antalet belägg i kondensatorn, a är ytan i cm^2 av den del av ett belägg, som fullständigt täcker ett annat. E är dielektricitetskonstanten enligt nedanstående tabell, d är avståndet mellan beläggerna i cm.

Tabell över dielektricitetskonstanten.

Luft	1	Svavel	c:a 4
Papper, oljat, paraffin- c:a	2	Kvarts	4,4—4,7
Paraffinolja	2,2	Ricinolja	4,7
Hårdgummi, ebonit.....	2,7	Glas	5—8
Bärnsten	2,8	Glimmer	6—8
Shellack	3	Condensa	c:a 50
Celluloid	4	Condensa C	c:a 90

Om man parallellkopplar två kondensatorer får man en sammanlagd kapacitet C som är summan av de båda kondensatorernas

$$C = C_1 + C_2$$

Seriekoppling av tvenne kondensatorer ger en kapacitet, som alltid är mindre än den minsta av de bägge seriekopplade. Resulterande kapaciteten C kan uträknas ur formeln

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\text{eller } C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \text{ (se även fig. 1)}$$

Med en kondensator på 1.000 $\mu\mu\text{F}$ och en på 2.000 $\mu\mu\text{F}$ kunna vi alltså vid parallellkoppling få en kondensator på $1.000 + 2.000 = 3.000 \mu\mu\text{F}$ eller vid seriekoppling en kapacitet på

$$\frac{1000 \cdot 2000}{1000 + 2000} = 667 \mu\mu\text{F}.$$

En god kondensator verkar för likström som en isolator (oändligt stort motstånd) men för växelström som ett motstånd, vars storlek beror på kondensatorns kapacitet. Ju större kondensatorn är, desto mindre blir motståndet. Motståndet är emellertid icke ohmskt utan kapacitivt, d. v. s. åstadkommer en färförskjutning mellan strömmen och spänningen. Detta gör att ett kapacitivt motstånd och ett ohmskt icke på vanligt sätt kunna adderas när de seriekopplas.

Ju högre frekvens växelströmmen har, desto mindre blir det kapacitiva motståndet. En stor kondensator bildar alltså praktiskt taget kortslutning för en hög frekvens.

Om man kallar det kapacitiva motståndet hos en kondensator C för X_c , kan man vid frekvensen f sätta

$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \text{ ohm.}$$

C mätes i detta fall i farad.

För bekväm ungefärlig uträkning kunna fig. 6 och 7 användas.

En kondensator på 8 μF har alltså vid 100 perioder (efter en dubbelsidig likriktare i en nätmottagare) ett kapacitivt motstånd.

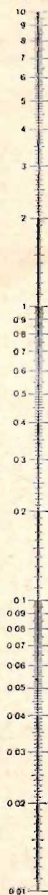
$$X_c = \frac{1 \cdot 1.000.000}{2\pi \cdot 100 \cdot 8} = 198 \Omega$$

Tillämpas ohms lag, som ju även gäller för växelström, kunna vi räkna ut strömmen I genom denna kondensator, om vi känna växelspänningen E över densamma.

$$I \cdot X_c = E$$

(I och E äro växelströmstorheter.)

Mikrofarad



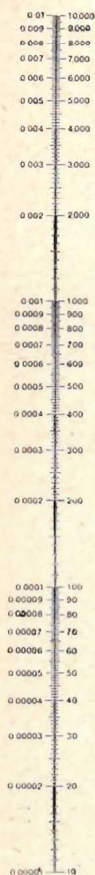
Ohm



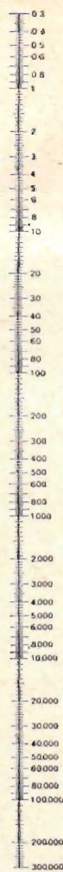
p/s



Fig. 6. Kapacitivt motstånd i kondensator vid tonfrekvens.

μF $\mu\mu\text{F}$ 

Ohm



Mc/s m



Fig. 7. Kapacitivet motstånd i kondensator vid högfrekvens. (Kapaciteten är angiven dels i mikrofarad, dels i mikro-mikrofarad. Längst till höger är utsatt dels frekvensen i megacykler per sekund=1.000.000 p/s, dels våglängden i meter.)

Om vi alltså över den ovan nämnda kondensatorn på $8 \mu\text{F}$ lägga en växelspänning om 25 volt (25 volts vågighet efter likriktaren) se vi att

$$I \cdot 198 = 25 \text{ och } I = 0,126 \text{ A} = 126 \text{ mA.}$$

Det är att observera att denna ström ej beter sig på samma sätt (ej ligger i samma fas) som om kondensatorn utbyttes mot ett motstånd på 198Ω . Kondensatorn förbrukar nämligen ingen effekt genom att ström går genom densamma.

Ett annat typiskt exempel på kondensatorns verkan ha vi i fig. 8. Vid en radiomottagares högfrekvensrör ligger mellan katoden och »nollan» en kondensator som högfrekvenspassage. Hur stor bör denna vara för att icke utgöra större växelströmsmotstånd än 12Ω ?

Frekvensen motsvarar i detta fall den längsta våglängd (lägsta frekvens) på vilken apparaten kan inställas, säg 2.000 m. Frekvensen blir då

$$\frac{300.000}{\text{vågl. i meter}} = \frac{300.000}{2.000} = 150 \text{ kilocykler/sek.} = 150.000 \text{ perioder.}$$

Vi få sedan direkt:

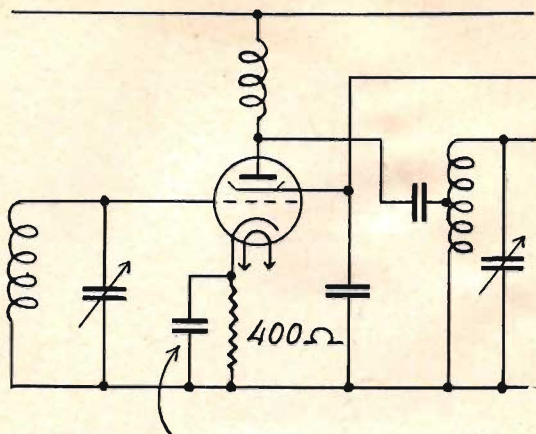
$$12 = \frac{1}{2\pi \cdot 150.000 \cdot C}$$

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot 150.000 \cdot 12} = \frac{1}{1.000.000} \cdot 0.089 \text{ Farad} = \text{ca } 0.1 \mu\text{F.}$$

Många exempel skulle ytterligare kunna anföras. Vi återkomma emellertid senare till dylika problem.

INDUKTANS.

En spoles induktans är i stort sett ett mått på dess förmåga att hindra ändringar i en likström, som konstant genomflyter spolen. Detta gör att spolens induktans verkar som ett motstånd för växelström. I detta fall är motståndet induktivt till skillnad från det kapacitiva och det ohmska. Det induktiva motståndet åstadkommer en fäsförskjutning, som är motsatt den som åstadkommes av det kapacitiva motståndet. Strömmen ligger här efter spänningen i fas.



$$X_C = \text{max. } 12 \text{ ohm. vid } 2\,000 \text{ m vågl.}$$

Fig. 8. Beräkning av passagekondensator.

Induktansen mätes i enheten Henry. 1 Henry (H) = 1.000 millihenry (mH) och 1 mH = 1.000 mikrohenry (μH).

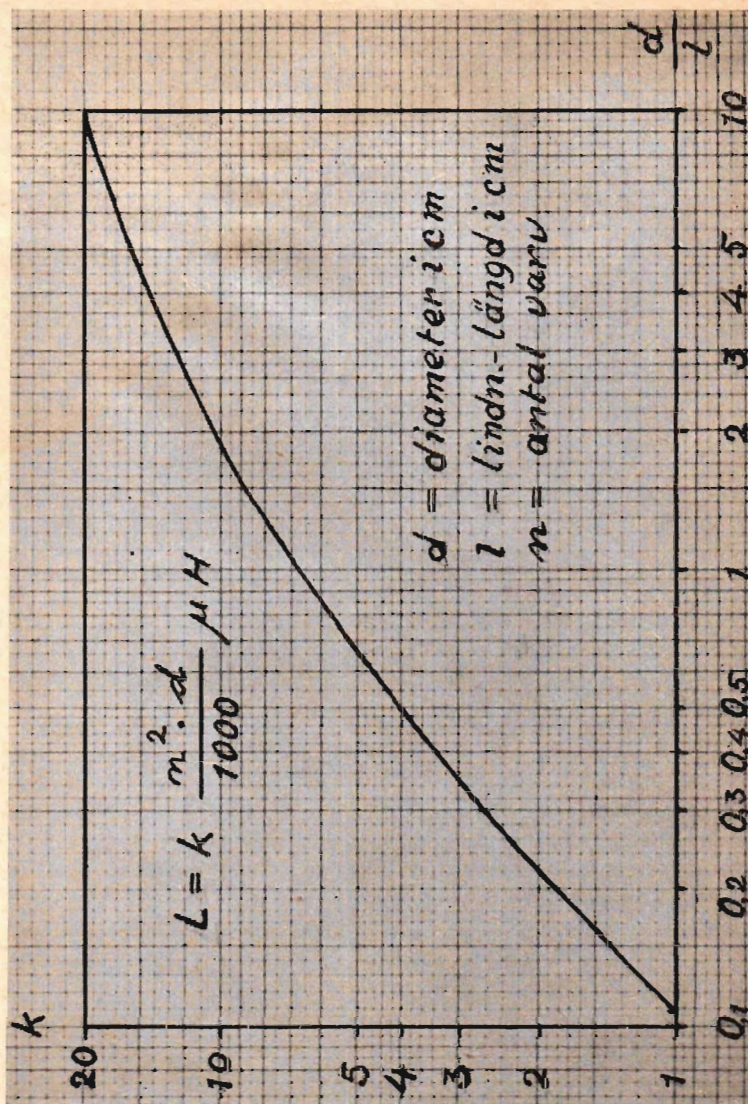
En enkellagrig luftspoles induktans (L) kan beräknas ur följande formel.

$$L = k \frac{n^2 d}{1000} \mu\text{H}$$

k är en faktor som beror av förhållandet mellan lindningens diameter och längd. Följande tabell anger värdet på k. d är spoldiametern i cm och n är varvtalet. För övriga mellanliggande värden hänvisas till diagram i fig. 9.

Spolens diameter spolens längd	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	10
k	0,95	1,40	1,82	2,29	2,68	3,40	4,04	5,50	6,79	8,80	10,4	12,8	14,4	15,8	20,0

Vi önska exempelvis veta induktansen hos en spole med 110 varv. Lindningslängden är 50 mm och diametern är 25 mm.



22 Fig. 9. Kurva över konstanten k vid induktansberäkning.

Henry



Ohm



p/s

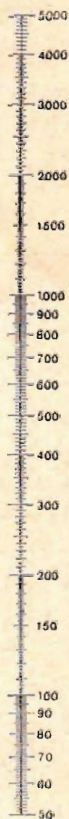


Fig. 10. Induktiv motstånd hos en spole vid tonfrekvens.

$$L = 4,04 \cdot \frac{110^2 \cdot 2,5}{1000} = 122 \mu\text{H}$$

Formeln kan approximativt användas även för flerlagriga spolar om i stället för diametern sättes medeldiametern.

Konstanten k är ett mått på den inre kopplingen eller kompaktheten hos spolen. Hos en spole med järnkärna (utan likströmsbelastning) är k nästan oberoende av spolens form för en och samma järnkärna. Man kan då med ganska god noggrannhet antaga induktansen vara proportionell mot varvtalet i kvadrat.

Om vi alltså ha en drossel med 5.000 varv tråd och induktansen 15 H, kunna vi på samma kärna med 4.000 varv beräkna få en drossel, vars storlek bestämmes av formeln.

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{n_1^2}{n_2^2}; \quad \frac{15}{L_2} = \frac{5000^2}{4000^2}; \quad L_2 = 15 \cdot \frac{4000^2}{5000^2} = 9,6 \text{ H}$$

Gäller det en drossel med likström i lindningen, får man se till att amperevarvtalet (strömstyrkan gånger antalet varv) är detsamma för att formeln skall hålla streck.

Det induktiva motståndet X_L får man genom att multiplicera induktansen med vinkelfrekvensen eller

$$X_L = \omega L = 2\pi fL$$

För bekväm uträkning kan fig. 10 och 11 användas.

Som exempel välja vi först en filterdrossel på 10 Henry i ett anodspänningsfilter till en universalapparat. Hur stort motstånd har drosseln för växelström (brummet)? f är här 50 perioder. För likström har drosseln endast ett motstånd på något hundratal ohm (ohmska motståndet).

$$X_L = 2\pi \cdot 50 \cdot 10 = 3140 \Omega$$

Ett annat typiskt exempel illustreras av fig. 12. En högfrekvensdrossel på 200 mH, ligger i detektorns anodkrets och har till uppgift att hindra högfrekvensen att gå in på lågfrekvensrörets galler. Hur stort växelströmsmotstånd har drosseln vid 200 m. våglängd och hur stort vid en relativt hög ton (5.000 perioder)?

Mikrohenry

Ohm

Mc/s m

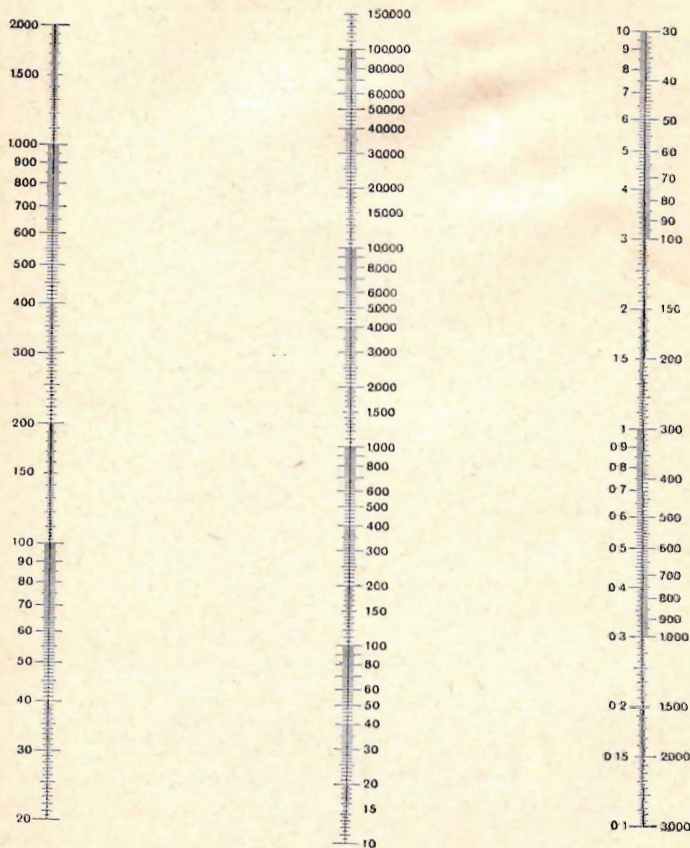


Fig. 11. Induktivt motstånd hos en spole vid högfrekvens. (Längst till höger är utsatt dels frekvensen i megacykler per sekund = 1.000.000 p/s, dels våglängden i meter.)

$$\text{vid } \frac{300.000}{200} = 1500 \text{ Kc/s } X_L = 2\pi \cdot 1.500.000 \cdot 0,2 = 1.800.000 \Omega$$

$$\text{vid } 5000 \text{ perioder } X_L = 2\pi \cdot 5000 = 6280 \Omega$$

För högfrekvensen ligger alltså här närmare 2 megohm och hindrar. Vid 2.000 m våglängd är detta värde c:a $0,2 M\Omega$ i stället, vilket i alla fall får anses tillräckligt. Vi ha alltså här sett ett exempel på varför en högfrekvensdrossel för detta ändamål bör ha denna ungefärliga storlek.

När en krets är i resonans, betyder detta att kretsens induktiva och kapacitiva motstånd äro lika stora, d. v. s. $X_L = X_C$. Vi kunna alltså skriva

$$2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C} \text{ eller}$$

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L C}} \text{ perioder}$$

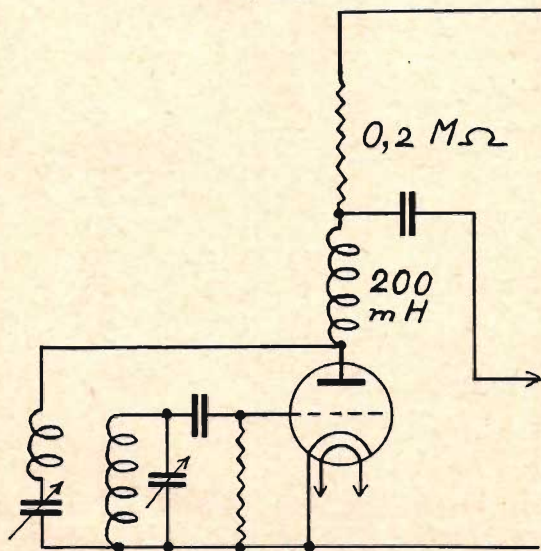


Fig. 12. En högfrekvensdrossels verkan.

där L mätes i henry och C i farad. För praktiskt bruk är det kanske enklare att skriva

$$f = \frac{159.000}{\sqrt{L C}} \text{ kc/s}$$

där L räknas i μH och C i $\mu\mu\text{F}$.

Anser man det lättare att handskas med våglängden, λ , kan följande formel användas:

$$\lambda = 1.885 \cdot \sqrt{L C} \text{ m.}$$

Som exempel välja vi den spole vi förut hade på $122 \mu\text{H}$ och se efter vilket våglängdsområde, som denna spole täcker med en kondensator som går att variera mellan 75 och $600 \mu\mu\text{F}$.

$$\lambda_1 = 1.885 \cdot \sqrt{122 \cdot 75} = 181 \text{ m.}$$

$$\lambda_2 = 1.885 \cdot \sqrt{122 \cdot 600} = 510 \text{ m.}$$

Det våglängdsområde som täckes är alltså 181 till 510 m.

Den spole som med samma kondensator täcker ett område upp till 2.000 m våglängd uträknas ur

$$2000 = 1.885 \sqrt{L \cdot 600}$$

till $L = 1.870 \mu\text{H}$.

IMPEDANSEN.

Impedansen är helt enkelt detsamma som totala växelströmsmotståndet och kan vara sammansatt av såväl ohmska som kapacitiva och induktiva motstånd. Det kapacitiva motståndet kallas även kapacitiv reaktans och det induktiva motståndet induktiv reaktans. Totala reaktansen X i en krets är skillnaden mellan induktiva och kapacitiva reaktansen eller

$$X = X_L - X_C \Omega$$

Minustecknet för X_C har sin förklaring i att fasförskjutningen är rakt motriktad den hos X_L .

I fig. 13a ha vi ett exempel på två reaktanser i serie. Strömmen I i kretsen vid en viss växelspanning bestämmes ur ohms lag

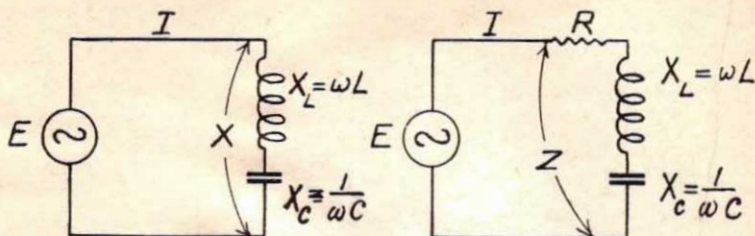


Fig. 13. Ohms lag för växelström.

$$I = \frac{E}{X} = \frac{E}{X_L - X_C}$$

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{E}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

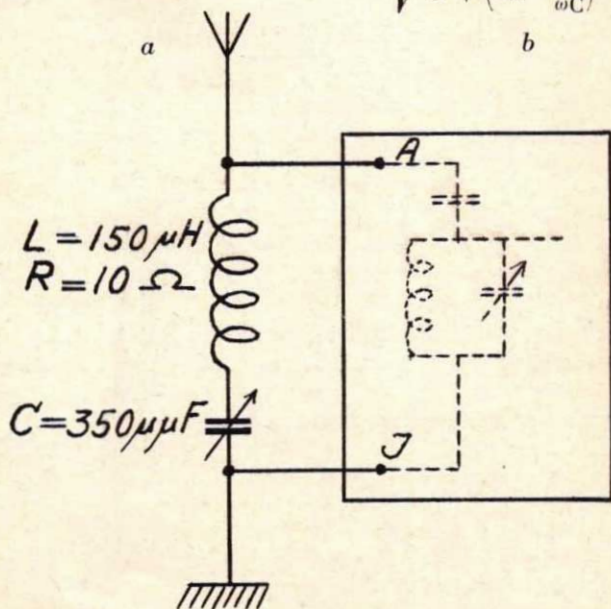


Fig. 14. Vågfälla bestående av serieresonanskrets mellan antenn och jord.

$$I = \frac{E}{X} = \frac{E}{X_L - X_C}$$

Förekommer ett ohmskt motstånd i kretsen, vilket ju alltid är fallet i praktiken får man räkna med impedansen Z i stället för reaktansen.

$$I = \frac{E}{Z}$$

Impedansen Z bestämmes ur formeln

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Vi ha gjort en kvadratisk addition (fig. 13 b). Ohms fullständiga lag för växelström får alltså följande form:

$$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}; \quad (L \text{ i henry och } C \text{ i farad; } \omega = 2\pi f)$$

Som exempel kunna vi räkna ut verkan av en vågfälla enligt fig. 14. Vågfällan ligger mellan antenn och jord och utgöres av en serie-

resonanskrets. Vid resonans, d. v. s. när $X_L = X_C$ eller $f = \frac{150.000}{\sqrt{LC}} = \frac{159.000}{\sqrt{150 \cdot 350}} = 700 \text{ Kc/s}$, blir Z -värdet rent ohmskt och $= 10 \Omega$,

alltså det omska motståndet i kretsen eller om kondensatorn är förlustfri spolens högfrekvensmotstånd. Vid en frekvens 18.000 över resonansen eller 718 kc/s blir impedansen

$$Z = \sqrt{10^2 + \left(2\pi \cdot 718 \cdot 1000 \cdot \frac{150}{1.000.000} - \frac{1.000.000 \cdot 1.000.000}{2\pi \cdot 718 \cdot 1000 \cdot 350}\right)^2}$$

$$Z = \sqrt{10^2 + 80^2} = 80,5 \Omega$$

Impedansen som ligger mellan antenn och jord har redan blivit 8 gånger större än vid resonans. Vid frekvensen $700 - 18 = 682 \text{ kc/s}$ blir resultatet ungefär detsamma. Vid frekvenser ännu längre från resonanspunkten ökar Z ytterligare. Vid 500 kc/s ha vi $Z = 460 \Omega$.

Vi ha alltså sett att vågfällan bildar ett litet motstånd för en enda frekvens, mindre, ju bättre spolen är, men vid andra frekvenser är motståndet eller rättare impedansen mycket stor. Har mottagaren mel-

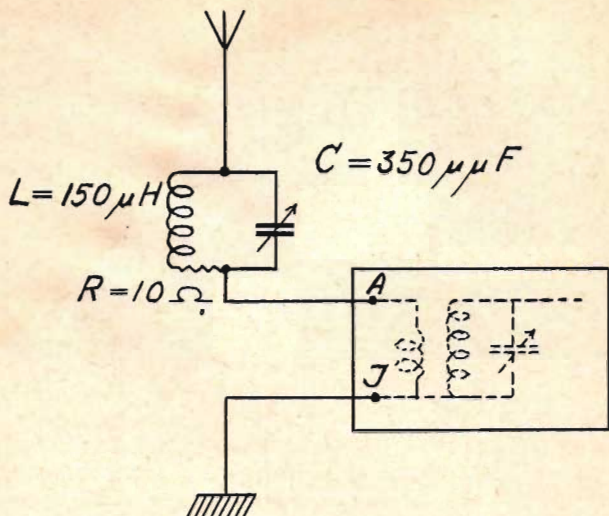


Fig. 15. Vågfälla bestående av parallellresonanskrets i antennen.

En antenn och jord en relativt stor impedans bildar vågfällan vid resonansperiodtalet praktiskt taget en kortslutning.

En annan typ av resonanskrets ha vi i fig. 15. Här ställer sig saken något mera komplicerad om man skall räkna ut kretsens impedans i olika fall. Vid resonans blir impedansen

$$Z = \frac{\sqrt{(\omega L)^2 + R^2}}{\omega \cdot C \cdot R} \approx \frac{L}{CR}$$

För alla praktiska fall kan man använda det senare uttrycket när R är litet i förhållande till ωL . Detta värde på impedansen är stort i förhållande till X_L eller X_C enbart. Komma vi långt ifrån resonans kunna vi vid de båda parallellkopplade delarna X_L och X_C alltid se det ungefärliga värdet på Z om den ena av dem kan försummas.

Även denna parallellresonanskrets kan användas som vågfälla. För att utröna dess verkan få vi här gå mera resonemangsvis tillväga. Fig.

15 visar även hur kretsen kopplas till mottagaren. Vid resonans kommer en impedans

$$Z = \frac{L}{CR} = \frac{150 \cdot 1.000.000 \cdot 1.000.000}{1.000.000 \cdot 350 \cdot 10} = 43.000 \, \Omega$$

in i serie med antennen. Vid en frekvens av 1500 Kc/s blir

$$X_L = \frac{2\pi \cdot 1500 \cdot 1000 \cdot 150}{1.000.000} = 1480 \, \Omega \text{ och}$$

$$X_C = \frac{1.000.000 \cdot 1.000.000}{2\pi \cdot 1500 \cdot 1000 \cdot 350} = 300 \, \Omega$$

I förhållande till 1480 Ω har det ohmska motståndet 10 Ω intet att betyda. Vidare ligger i kretsen de kapacitiva 300 ohmen parallellt över de induktiva 1480. När skillnaden är så stor behöver man knappast taga med de senare, utan vi kunna säga att ett kapacitivt motstånd på c:a 300 Ω ligger i serie med antennen och hindrar i detta fallet mycket litet av de inkommande signalerna.

För att en fälla av denna typ skall vara lämplig fordras att mottagarens impedans mellan antenn och jord skall vara relativt liten och vi ha nu fått en förklaring på varför det i vissa fall blir bättre resultat med en seriefälla och i andra fall med en parallellfälla. Det beror tydligen på hur antenncopplingen i mottagaren är ordnad. Även antennens impedans vid de olika frekvenserna spelar roll. Det bör observeras att de fällor som illustrerats i exemplet få anses ganska dåliga.

De i detta och föregående kapitel angivna formlerna göra icke anspråk på att kunna användas för alla beräkningar inom radioapparater, men med hjälp av dem kunna en hel mängd fenomen enkelt förklaras och en någorlunda riktig värdering av i apparaten ingående delar göras.

Mätbryggor.

För mätning av elektriska storheter använder man sig i stor utsträckning av s. k. mätbryggor, vilkas princip grundar sig på att spänningen mellan två punkter i en bryggkoppling göres lika med noll,

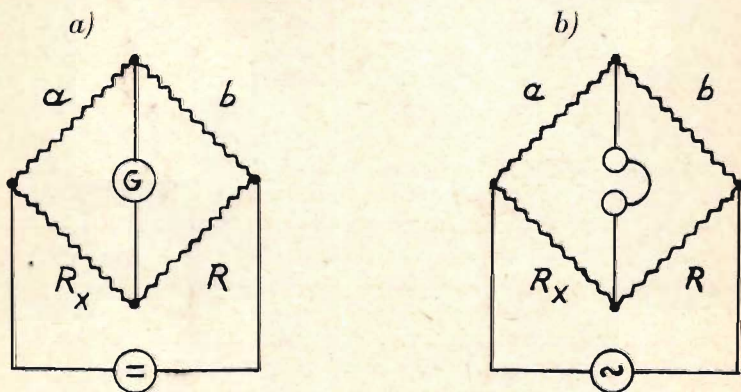


Fig. 16. Principschema för Wheatstones brygga.

vilket kontrolleras medelst en känslig galvanometer eller en hörtelefon. Bryggmetoderna äro bland de bekvämaste och samtidigt noggrannaste mätmetoder som finnas.

Den fundamentala och kanske enklaste mätbryggan är Wheatstones brygga. Fig. 16 visar dess principiella anordning.

Vid likström (fig. 16 a) kopplas tvänne motstående hörn i kopplingen till en strömkälla och de två andra hörnen till en nollindikator

(galvanometer). Som villkor för att bryggan skall vara i balans, d. v. s. galvanometern skall vara strömlös, fordras att

$$\frac{a}{b} = \frac{R_x}{R} \text{ eller } R_x = R \frac{a}{b}$$

a , b , R och R_x äro motstånden i respektive grenar. Samma förhållande gäller för växelström om motstånden äro rent ohmska, alltså sakna induktans och kapacitet. Som nollindikator tjänstgör då t. ex. en hörtelefon (fig. 16 b).

För praktiskt bruk utföres a och b som en fast löptråd och R består av en serie fasta motstånd på 1, 10, 100, 1.000 och 10.000 Ω , som alternativt kunna inkopplas. I batteriledningen inlänkas en tryckknapp. Fig. 17 a visar användande av en rak bryggtråd på en meters längd, varvid motstånden a och b direkt kunna uppmätas i längdmått. För att hela bryggan skall ta mindre utrymme i anspråk kan det vara lämpligt att utforma bryggtråden som i fig. 17 b. Batteriet består av en torrbattericell på 1,5 volt (»tigerbatteri») och galvanometern bör ha fullt utslag för c:a 1 mA och vara justerad så, att visaren i noll-läget står mitt på skalan. Ju känsligare och även dyrbarare instru-

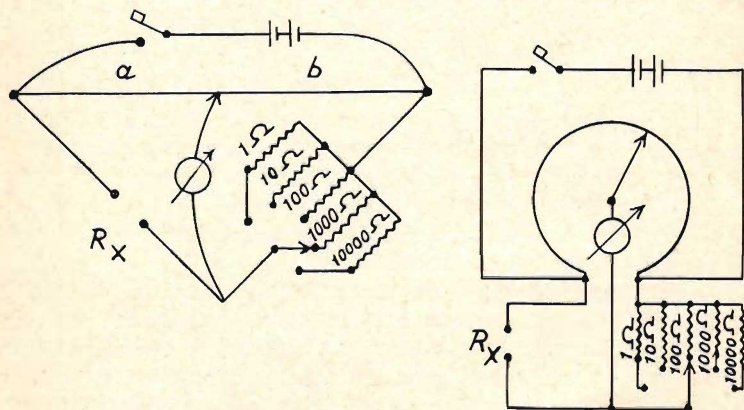


Fig. 17. Praktiska utföringsformer för motståndsbrygga.

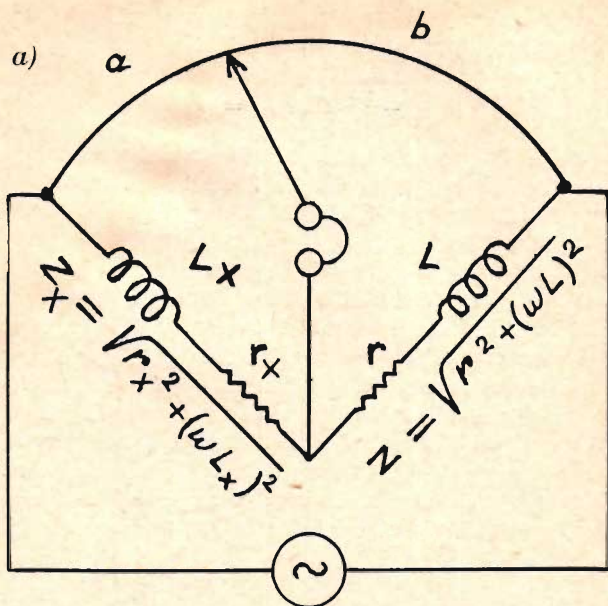
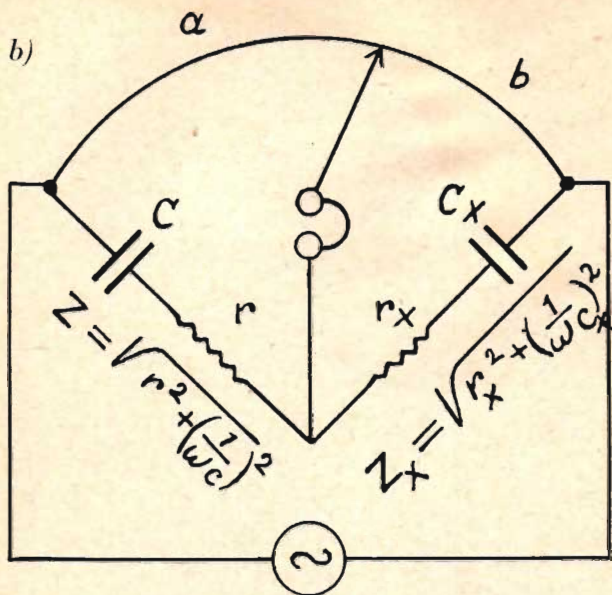


Fig. 18. Principkopplingar

mentet är, desto noggrannare kan man mäta, speciellt höga motståndsvärden. Bryggtråden göres lämpligen av 0,1 eller 0,2 mm konstantantråd. Vid mätning av motstånd över 10.000 Ω förbättras känsligheten avsevärt om batterispänningen höjes till 4,5 volt (ett ficklampsbatteri). De fasta motstånden, som ingår i bryggan, uppmätas lämpligen enligt volt-ampereometermetoden.

Beskrivningar på bryggor av denna typ ha förekommit i tidskrifterna, varför det här kan anses överflödigt att i detalj gå in på hur en dylik mätapparat tillverkas. En händig amatör bör utan större svårighet med ledning av schemat kunna iordningställa en brukbar motståndsbrygga, som torde vara en av de mest användbara instrument en serviceman kan önska sig. Även om man vid tillverkningen av



för telefonbrygga.

de fasta motstånden (R) kanske är tvungen att släppa något på noggrannheten, torde det vara av stort värde att vid behov snabbt kunna kontrollera några läckor i en radioapparat. Läckorna ha ju i allmänhet en noggrannhet av $\pm 10\%$, varför ingen exakt kontroll är nödvändig.

Wheatstones brygga kan även göras för växelström och kallas då mera populärt telefonbrygga (fig. 18 a). Strömkällan är i detta fall t. ex. 1.000-periodig växelström och för att tonen ej skall höras i hör-telefonen fordras att

$$\frac{a}{b} = \frac{r_x}{r} \text{ och } \frac{a}{b} = \frac{\omega L_x}{\omega L}$$

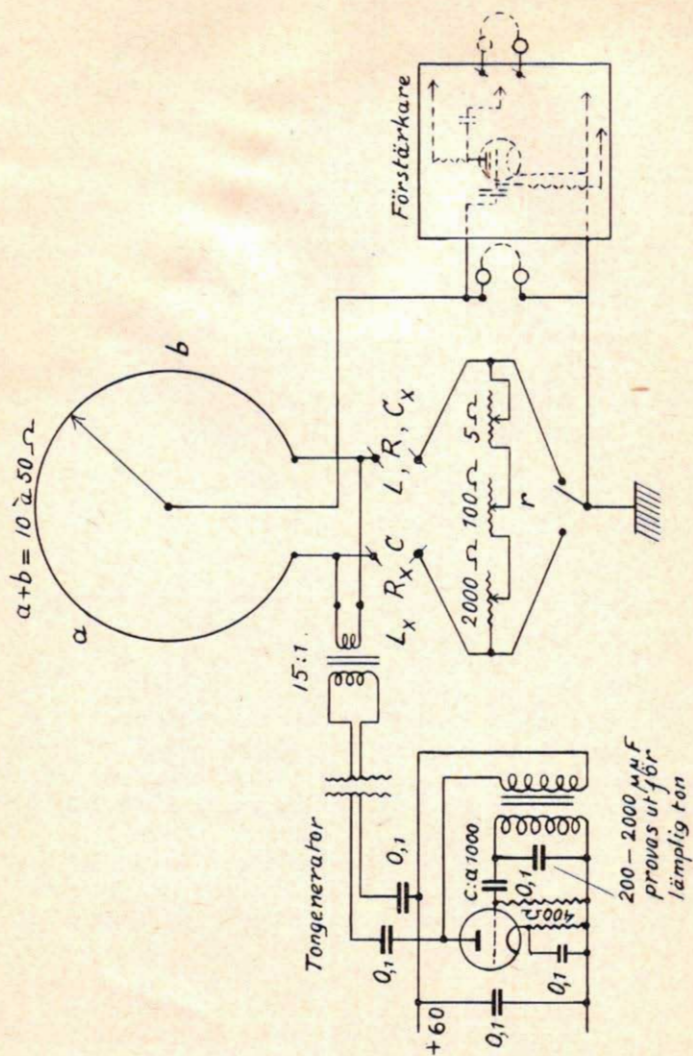


Fig. 19. Telefonbrygga i praktiskt utförande.

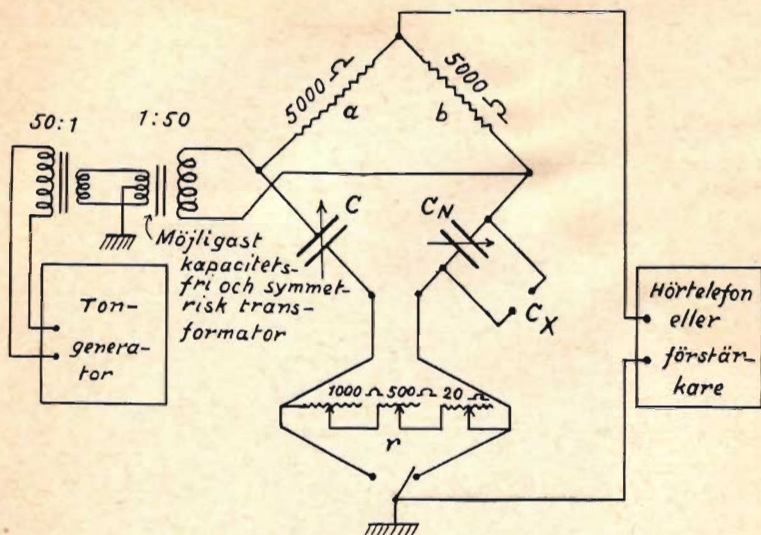


Fig. 20. Kapacitetsbrygga för praktiskt bruk.

Om man på något sätt kan ordna så att r eller r_x inställes rätt, d. v. s. det första villkoret är uppfyllt, så gäller att

$$\frac{a}{b} = \frac{L_x}{L}; L = L_x \frac{b}{a}$$

och man blir oberoende av frekvensen. Insättes nu i stället för L en normalspole på t. ex. 1 Henry får man $L_x = \frac{a}{b}$ Henry. Lämpliga normalspoler äro även 0,1, 0,01 o. s. v. Henry. Om bryggan sedan graderas i förhållandet $\frac{a}{b}$ får man direkt avläsning av induktansen utan besvärliga räkningar. Mindre normalspoler 10.000—100 μ H kunna göras efter den uträknade induktansen för enkellagriga spolar med en noggrannhet som för amatören kan anses god.

Samma brygga kan även användas för att jämföra kapaciteter.

Fig. 18 b visar detta. Här ha endast Z och Z_x bytt plats. Om r och r_x äro rätt inställda gäller följande:

$$\frac{a}{b} = \frac{Z}{Z_x} = \frac{\frac{1}{\omega C}}{\frac{1}{\omega C_x}} = \frac{C_x}{C}$$

Är nu t. ex. $C = 1 \mu F$ fås C_x direkt ur förhållandet $\frac{a}{b}$ uttryckt i μF .

Det praktiska utförandet av denna telefonbrygga, i vilken man även kan jämföra motstånd, ha vi i fig. 19. Själva bryggtråden har ett motstånd på c:a 20Ω och för induktanser eller kapaciteter som skola jämföras finnas klämskruvar för inkoppling. Bryggan matas med växelström från en rörgenerator, vars spolar bestå av en lågfrekvens-transformator 1:3 eller ännu hellre en dynatron med efterföljande förstärkare (se följande kapitel). Tongeneratoren uppställas på minst 2 m avstånd från bryggan och anpassas till bryggtrådens motstånd medelst en utgångstransformator. Motståndet, som i fig. 19 är betecknat med r , har till uppgift att balansera de ohmska motstånden hos L_x och C resp. L och C_x . Medelst en omkastare kan detta motstånd som består av tre seriekopplade reostater, inläggas i den ena eller andra branschen. Vid mätning av rena motstånd kortslutes r , som icke behöver vara graderat i ohm, vilket dock i vissa fall kan vara till god hjälp. Vid mätning speciellt av små induktanser är det viktigt att få ett verkligt skarpt minimum och detta åstadkommes med noggrann inställning av r . Bryggan uppbygges så symmetriskt som möjligt och om man önskar verkligt stor noggrannhet vid mätningen är det lämpligt att ha en förstärkare på 1 å 2 rör mellan brygga och hörtelefon.

Med bryggan kunna motstånd upp till c:a 100.000Ω samt spolar mellan ungefär $100 \mu H$ och $10 H$ och kondensatorer mellan c:a $1.000 \mu \mu F$ och $100 \mu F$ mätas på mindre än $0,5 \%$ när. För bästa resultatet bör normalen väljas så att förhållandet $\frac{a}{b}$ håller sig mellan 10 och 0,1.

Största stötestenen för den experimenterande amatören är att skaffa normaler och den noggrannhet som kan åstadkommas torde vara be-

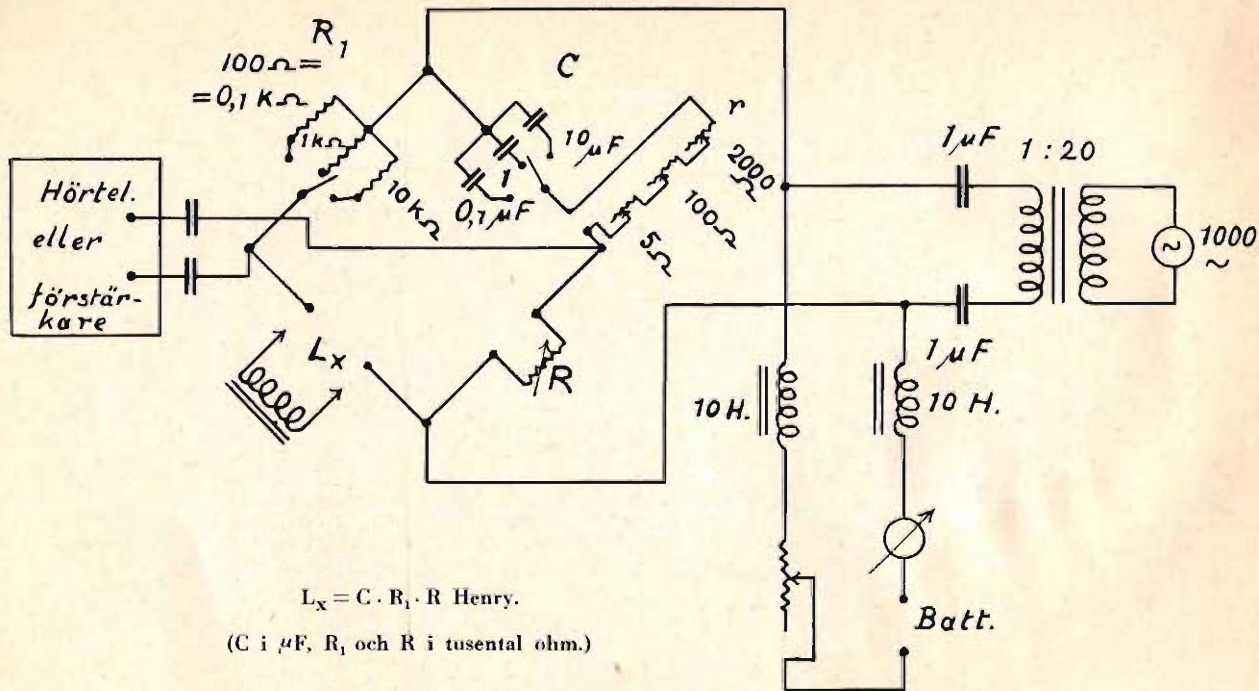


Fig. 21. Brygga för mätning av drosslar med likströmsbelastning.

roende av normalen. För tillverkning av normaler för kapacitet finnas i handeln kondensatorer på några tusental $\mu\mu\text{F}$ med värden angivna på 1 eller 0,5 % när.

Speciellt för kapacitetsmätning upp till c:a 1.000 $\mu\mu\text{F}$ är en brygga enligt fig. 20 mycket lämpad. Motstånden som förut betecknats a och b ha gjorts fasta och lika med 5.000 Ω . De böra vara möjligast kapacitets- och induktionsfria. Kapaciteterna C och C_N bestå av mycket stabila variabla kondensatorer. C_N är kalibrerad och bör helst ha fininställning med gradering. Storleken är förslagsvis 1.000 $\mu\mu\text{F}$. C skall sedan före mätning inställas på ett värde (1.000 $\mu\mu\text{F}$) som ger minimum ljud i hörtelefonen. Med R kompenseras så eventuell avvikelse i förluster hos de båda kondensatorerna så att bryggan blir absolut tyst. Om sedan en okänd kondensator C_X inkopplas över C_N får denna senare vridas ur ett antal $\mu\mu\text{F}$, som motsvarar C_X för att hörtelefonen åter skall bli tyst. Även nu får en efterjustering av R göras, speciellt om C_X har stora förluster. Denna brygga besitter rätt utförd en mycket stor noggrannhet om tongeneratoren är övertonsfri och C_N är noga kalibrerad. Även här torde största stötestenen för amatören vara att kalibrera C_N . Genom att ett antal så noga som möjligt kända kondensatorer inkopplas som C_X kan en hel rad punkter på kalibreringskurvan erhållas.

Nästa mätbrygga som här skall genomgåas är avsedd för mätning av induktanser mellan 0,1 och c:a 1.000 H även med likströmsbelastning, exempelvis drosslar för filter. Bryggan fordrar en rad uppmätta storheter och är kanske ej så lätt att åstadkomma för den som har begränsad tillgång till uppmätta eller kontrollerade motstånd och kondensatorer. Det svåraste att komma över eller tillverka är nog ett stegvis variabelt motstånd, s. k. dekadmotstånd, med möjligast exakta värden. För att bryggan skall få stort mätområde ha R_1 och C (se fig. 21) gjorts i steg. R är det förut omtalade dekadmotståndet, som bör gå upp till 10.000 Ω . Motståndet r inför förluster i kondensatorgrenen, vilka skola svara mot förlusterna, d. v. s. ohmska motståndet i den okända induktansen L_X .

Likströmmen tillföres via tvenne drosslar om c:a 10 H (vid omkring 0,5 A likström). I batterikretsen finnes dessutom ett instrument

för avläsning av likströmmen, som även går genom L_X . Även ett regleringsmotstånd finnes. Vidare observeras att motstånden R_1 skola kunna uthärda den effekt, som strömmen genom dem kan tänkas åstadkomma. Även denna brygga kan mäta mycket noga och är lik-som kapacitetsbryggan, men ej i så hög grad, känslig för goda av-skärmningar mot generator- och förstärkaresidan. Det bör observeras att en drossels med järnkärna induktans i någon mån beror på hur stor växelspanning den mätes med. Detta har mindre betydelse när även likström går genom drosseln. För mycket stora förluster i L_X får resultatet korrigeras, men detta lämna vi här därhän.

Dynatronen.

Ett bland de mest användbara hjälpmedel vid radiobyggnad, som amatören eller servicemannen kan ha är dynatronoscillatorn. Den kan med fördel användas till en hel mängd kontrollmätningar inom radions område. Dels kunna kapaciteter och induktanser i svängningskretsar

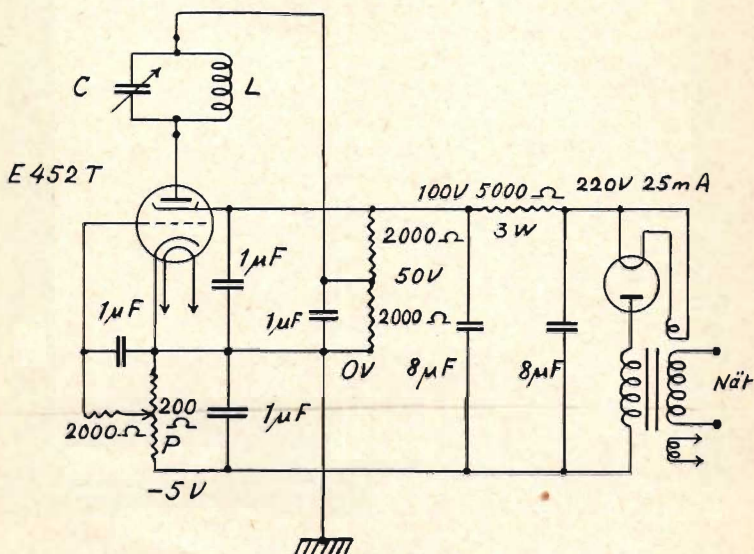


Fig. 22. Dynatronoscillator.

kontrolleras och dels kan man få ett begrepp om godheten hos en krets, med andra ord dess förmåga att göra mottagaren selektiv. Dynatronoscillatorn har den fördelen att den svänger med enbart kretsens inkopplad och utan återkoppling i form av extra spolar eller kondensatorer. Tack vare att röret, ett skärmgallerrör (ej högfrekvenspentod), drives med lägre anodspänning än skärmgallerspänning får det under vissa omständigheter negativ anodströmskaraktäristik d. v. s. anodströmmen ökar när spänningen minskar. Detta betyder att rörets inre motstånd kan anses negativt. Om en svängningskrets inkopplas i anodledningen inträder en svängning, vars frekvens bestäms av kretsens konstanter, om kretsens dynamiska motstånd $Z = \frac{L}{CR}$ är

större än dynatronens negativa motstånd. Fig. 22 visar schemat för en nätdriven dynatron. Den kan även utföras batteridriven med ett rör B 442 eller motsvarande, men svänger då ej så lätt. Det är viktigt att spänningarna hållas konstanta, om man skall utföra jämförelser mellan olika kretsars godhet. Medelst potentiometern P kan svängningsgränsen inställas. Ju större negativ spänning som behöves för att nå svängningsgränsen, vars läge kontrolleras med en återkopplad mottagare i dynatronens närhet, desto bättre är kretsen. Av ett antal spolar med samma induktans men av olika konstruktion kan man alltså vid samma frekvens välja ut den bästa. Även den mest förlustfria kondensatorn av ett antal lika stora kan utväljas.

Dynatronen kan även lämpligen användas som lågfrekvensoscillator t. ex. för mätbryggor. L består i detta fall av en drossel på 5 Henry eller mer. En primärlindning på en lågfrekvenstransformator är också användbar. C avpassas så att lämplig ton erhålles.

Det bör observeras att det är mycket svårt att få en dynatron att svänga under 100 m våglängd. Även förhålla sig olika rörexemplar olika och det kan därför vara fördelaktigt att justera anod- och skärmgallerspänningarna något. Med högre spänningar svänger anordningen lättare, men man bör ej gå högre med skärmgallerspänningen än så att man håller sig under den maximala skärmgallereffekten för röret i fråga (för E 452T och för E442S 0,25 W). För att få svängningsgränsen bestämd och icke släpig fordras att spänningarna äro

konstanta. Alltså fordras vid batteridrift färskas och goda batterier och vid nätanslutning relativt lågohmiga spänningsdelare.

I följande kapitel skola vi gå igenom huru en svängningskrets eller dess spole och kondensator kunna kontrolleras med tillhjälp av en dynatron.

Matchning av kondensatorer och spolar.

Vi tänka oss ha inköpt en trippelkondensator och önska kontrollera att dess olika sektioner stämma överens. Enligt fig. 23 inkopplas kon-

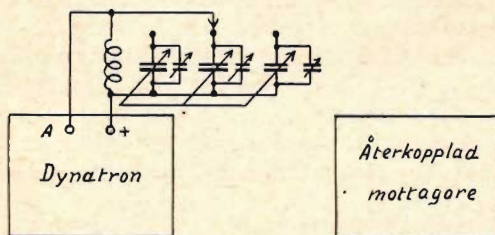


Fig. 23. Dynatronoscillatorns användning för kondensatormatchning.

densatorn och en normal avstämningsspole som svängningskrets i en dynatron. Medelst en återkopplad mottagare lyssnar man på interferenstonen, som inställes på nollsvängning.

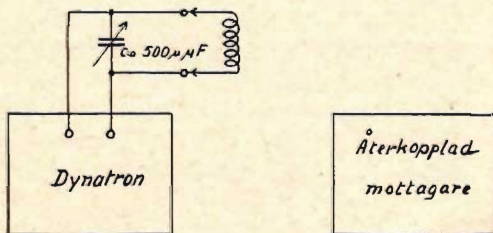


Fig. 24. Dynatronoscillatorns användning för spolmatchning.

Kondensatorn inställes nära minimum och därefter inkopplas första sektionen med sin trimmer invriden ungefär till hälften. Mottagaren inställes på nollinterferens, sedan flyttar man över till nästa kondensatorsektion, vars trimmer justeras så att nollton åter fås i mottagaren. Samma historia upprepas med tredje sektionen. Därpå invrides kondensatorn ett stycke och så kan man kontrollera sektionerna genom att höra efter hur väl nolltonen bibehålles vid flyttning mellan sektionerna. Trimmarna få efter första justeringen icke röras. Proceduren upprepas på ett antal punkter på kondensatorn, där kontroll önskas.

Man bör observera att ledningarna i kretsen böra vara möjligast korta, så att icke kapaciteten blir felbedömd tack vare ledningarnas kapacitet eller induktans. Avvikelsen från nollsvävning blir ungefär densamma som man sedan får i apparaten förutsatt spolarna äro riktiga. En avvikelse på 1.000 perioder får anses ligga på gränsen av vad man bör tillåta. Vid en spole på c:a $150 \mu\text{H}$ ger detta vid 550 m våglängd c:a 0,3 % och vid 250 m c:a 0,2 % noggrannhet i kapacitet. Tillåter man t. ex. endast 200 perioder, utom möjligen vid nedre tred-

Glimlampa

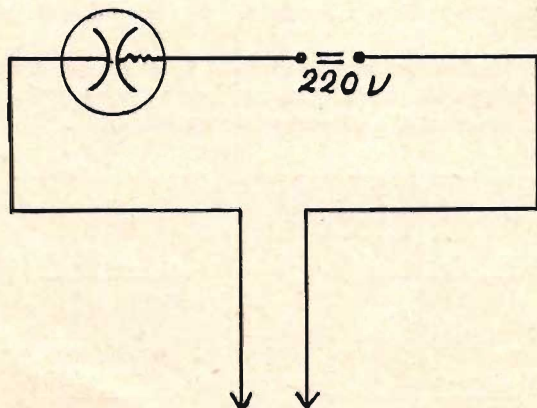


Fig. 25. Koppling av testlampa.

jedelen av kondensatorn, får man en överensstämmelse som för praktiskt bruk anses väl tillräcklig.

Med denna metod kan man även med de uppskurna rotorplattorna justera en kondensator som ej håller måttet. För kondensatorjustering i större skala är metoden tidsödande och med en apparatur bestående av tvenne dynatroner kan man göra en bättre matchningsanordning.

Vid matchning av spolar förfäres på i stort sett samma sätt som vid kondensatorer. Kretsen består nu av en fast inställd kondensator och växelvis de spolar, som skola matchas. Bästa noggrannhet och lättaste mätning erhålles om man arbetar med relativt stor kondensator i kretsen. Man inställer först den spole, som skall anses för normal, och inställer därefter mottagaren. Sedan insättes i stället en annan spole av samma typ, vilken skall matchas. Genom förskjutning av varv eller lämplig klämning på spolen justeras dess induktans tills nollsvävning åter erhålles i mottagaren. Även nu är det av vikt med korta ledningar i kretsen och resultatet av matchningen är helt beroende av den noggrannhet och försiktighet, varmed den som utför arbetet går till väga.

Har de spolar, som skola jämföras stor och mycket olika nollkapacitet ger den nu beskrivna metoden dåligt resultat, men när det gäller att använda mätningen för vanliga rundradioapparaters spolar, där ju spolarna äro av samma konstruktion, kan gott resultat påräknas. Mätningar böra ske med eventuella skärmbboxar på spolarna och i övrigt i så stor överensstämmelse med verkligheten som möjligt.

Även kortslutna varv i en spole ge sig ofelbart till känna om spolen inkopplas i dynatronens krets, som i så fall icke svänger alls eller med mycket stor svårighet i jämförelse med vid en normal spole.

I samband med kapitlet om trimning skall senare beskrivas en enklare metod att vid en färdig mottagare kontrollera kretsarna.

Rörmätning.

Rörmätningarna höra till det mest ömtåliga inom radiotekniken. Det finnes många sätt att kontrollera ett rör, d. v. s. avgöra om det är användbart eller ej. Många rörmättningsapparater ha framkommit och saluförts under den relativt korta tid de behövts och alla lida av det felet att de antingen äro för komplicerade och dyrbara eller också äro de så enkelt utrustade att de icke gå att använda för de mera komplicerade rören. När det gäller hemgjorda rörprovningssapparater ligger saken ofta så till att endast den som själv funderat ut och gjort rörprovaren kan och vill handhava densamma. Att ange några bestämda riktlinjer för konstruktion av rörprovare är svårt. Huvudsaken för t. ex. servicemannen är att veta hur röret fungerar och ur detta sluta sig till vilka prov som böra göras.

Vi kunna särskilja två sätt att prova ett rör på, dels helt fristående och oberoende av den apparat, i vilken det användes, dels i apparaten under normal drift. I senare fallet får det förutsättas att apparaten är riktigt konstruerad, så att röret går med rätta spänningar. I båda fallen är det enklast om man har tillgång till ett helt och normalt rör av ifrågavarande typ och jämför det undersökta röret med detta. Rörens data växla inom vissa gränser även för samma typ och fabrikat och de data som angivas i tabeller äro icke alltid att lita på i full utsträckning. Vid angivande av rördata ha rörfirmorna alltid att i viss mån tänka på reklamen och vilja därför gärna ange en sådan sak som brantheten något i överkant. De angivna värdena på driftspänningarna äro dock oftast riktiga, men intet hindrar att man i

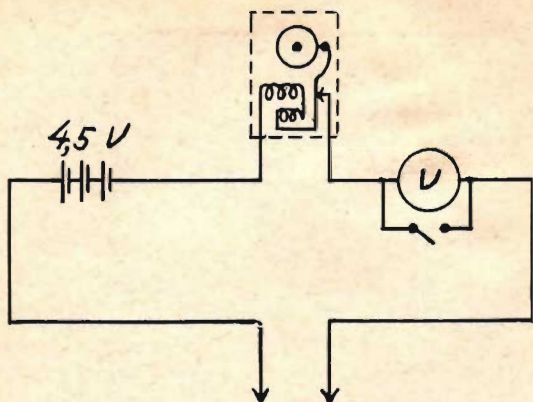


Fig. 26. Kortslutnings- och motståndsprovare med voltmeter och ringklocka.

vissa fabriksapparater ofta finner något andra spänningar, vilka i deras speciella fall kanske äro lämpligare.

Vi skola i korthet studera vilka speciella fel, som företrädesvis förekomma på felaktiga rör och i vilken ungefärlig ordning vi skola undersöka dem.

1. **Avbrott i glödtråden.** Denna undersökning kan utföras medelst en glömlampa i serie med nätet eller ett batteri på minst 110 volt. Den ström som går genom glömlampan och alltså även genom ett icke felaktigt rörs glödtråd uppgår till endast någon mA. En dylik »test-lampa» är även fördelaktig att använda vid provning av eventuella genomslag i kondensatorer och avbrott i motstånd. Ett värdefullt hjälpmedel i liknande fall består helt enkelt av ett ficklampsbatteri i serie med en ringklocka och en kortslutningsbar voltmeter, vilken senare icke behöver vara av någon särdeles hög kvalitet. Kortslutningar konstateras med ringklockan och med ledning av utslaget på voltmeteren kan man sluta sig till ungefärliga motståndet, som ligger i kretsen. Denna lilla apparat med ringklocka är även lämplig för provning av glödtråden i ett rör.

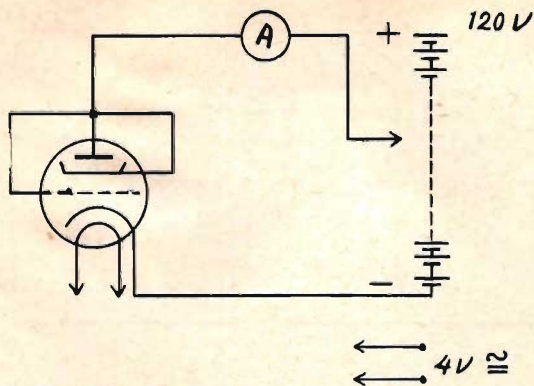


Fig. 27. Proving av emissionen hos ett rör.

2. **Kortslutna elektroder** är ett fel på rör, som relativt ofta förekommer. Kontroll sker lämpligen med testlampa eller ringklocka. Det bör observeras att provet mellan katod och glödtråd hos ett indirekt upphettat rör ej får ske med för hög spänning. Vid växelströmsrör ligger gränsen vid c:a 50 volt och vid likströms- och universalrör vid c:a 100 volt. I sällsynta fall inträffar det att kortslutning endast uppträder när röret är varmt. Ett fel som är raka motsatsen är avbrott i elektrodernas tilliedningar. Detta fel är svår att lokalisera men att konstatera att fel föreligger är i detta fall ingen svårighet.

3. **För liten emission.** Detta fel är nog det vanligast förekommande. När ett rör varit i drift länge och så att säga är utslitet, så yttrar det sig just i att emissionen gått ned. Bästa kontrollen får man i detta fall genom att mäta upp rörets branthet, men detta tager tid och är förenat med ett visst besvär. Vi återkomma till detta. Enklare är då att mäta emissionsströmmen i röret. Alla elektroder så när som på katoden sammankopplas. Mellan de sammankopplade elektroderna och katoden lägger man en spänning av sådan storleksordning, att totala strömmen genom röret uppgår till c:a 25 % mera än den ström som det normalt skall arbeta med. Strömmen mätes vid samma spänning

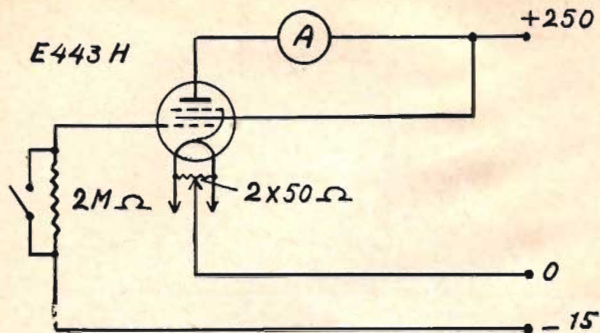


Fig. 28. Provning av vakuum hos ett rör.

för ett normalt (nytt) rörexemplar och för det som skall provas. Blir strömmen avsevärt mindre för det gamla röret kan man med gott samvete anse det uttjänt och i behov av utbyte, även om det är relativt nytt enligt apparatägarens åsikt. Med litet erfarenhet kan man så småningom göra upp en tabell över de spänningar och strömmar, som motsvara olika rörtyper.

4. **Gallerström.** Att mäta själva gallerströmmen i ett rör med negativ gallerförspanning är en sak som är ganska svår även för den som har ett välutrustat laboratorium till sitt förfogande. Gallerströmmen förorsakas i detta fall av för dåligt vakuum i röret och speciellt vid slutrör med många elektroder (pentoder) förekommer detta fel. Felet är svårt att upptäcka på annat sätt och ger sig vid slutrör till känna på så sätt att ljudet blir förvrängt vid hög ljudstyrka. I övrigt brukar röret förefalla normalt och man är ofta böjd att tro felet ligga på annat ställe, t. ex. i högtalaren. Vakuumkontrollen tillgår på följande sätt: Röret får arbeta med normala spänningar. Anodströmmen mätes. Sedan observerar man ändringen i anodström när ett motstånd på 1 à 2 MΩ kopplas in i styrgallrets tilledning. Ju större ändringen blir desto sämre vakuum är det i röret. Genom jämförelser med en serie normala fullgoda rör kan man få en uppfattning om hur mycket man bör tillåta i varje särskilt fall. Ojämnheten hos rören är i detta

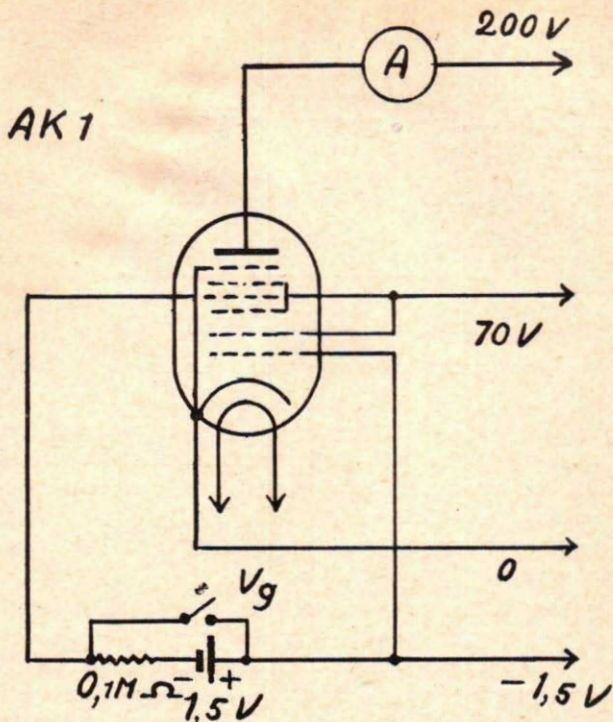


Fig. 29. Mätning av brantheten hos ett rör.

hänseende ganska stor, men detta har föga att betyda, då det är få nya rör, som uppvisa en gallerström som kan anses skadlig.

5. **Mätning av brantheten.** När det gäller att avgöra om ett rör är fullgott eller ej, torde en uppmätning av brantheten vara det lämpligaste och säkraste. Man behöver för detta ändamål knappast någon komplicerad mätapparat med många instrument. Röret inkopplas med normala driftspänningar och sedan avläses skillnaden i anodström vid ändring av galler-spänningen med ett visst värde, t. ex. 1, 1,5,

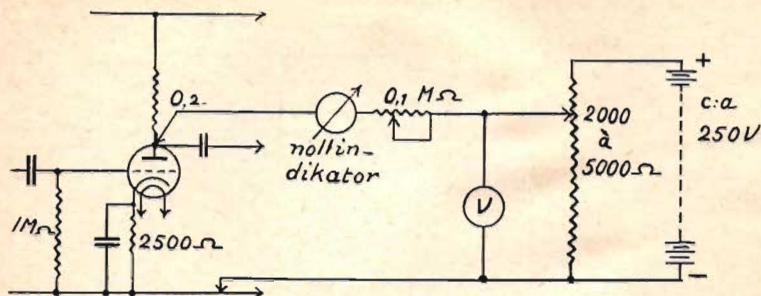


Fig. 30. Kompenseringsanordning för mätning av spänning utan belastning. Batteriet på 250 volt kan utbytas mot ett likriktareaggregat.

4 eller 6 volt. Ett exempel på en dylik mätanordning ha vi i fig. 29. Med en voltmeter kontrolleras de tillförda spänningarna och sedan mätes anodströmmen (i_1) för normal gallerförspänning och (i_2) för ett värde som avviker t. ex. 1,5 volt från det normala. (1,5 volt erhålles ur en torrbattericell, värdet kontrolleras med voltmeter). Även vid denna mätning är det värdefullt att kontrollera med ett nytt rör. Man bör vid val av galler-spänningsändringen ta hänsyn till det gallerutrymme röret har, d. v. s. det område inom vilket karaktäristiken är rak.

$$\text{Ex) } i_1 = 7,5 \text{ mA, } i_2 = 4,9 \text{ mA, } V_g = 1,5 \text{ V.}$$

$$\text{Brantheten} = \frac{i_1 - i_2}{V_g} = \frac{7,5 - 4,9}{1,5} = \frac{2,6}{1,5} = 1,7 \text{ mA/V.}$$

Kontroll av röret under drift kan ske med hjälp av en speciell mellanfattning, som insättes mellan röret och apparatens rörhållare. Beträffande hur man bör gå till väga i ett dylikt fall hänvisas till bruksanvisningar för rörprovare med sådana anordningar.

Har man möjlighet att mäta upp rörspänningarna direkt på apparatens chassi är detta, jämte mätningen av anodströmmen det bästa sättet att konstatera om ett rör i en mottagare arbetar rätt. För att kunna mäta upp t. ex. en skärmgaller-spänning eller spänningen på anoden i ett motståndskopplat rör rekommenderas en anordning enligt

fig. 30. För att ej belasta i den spänningsförande punkten åstadkommes med en särskild spänningskälla med spänningsdelare en spänning av samma storlek. Spänningen kan här mätas med voltmeter och kontrollen att spänningarna äro lika sker med en galvanometer. Ju känsligare galvanometer desto bättre noggrannhet. För att skydda galvanometern bör ett kortslutningsbart motstånd inkopplas i serie med densamma.

Impedansmätning.

Det kan ibland hända att man önskar veta impedansen för en detalj i en radioapparat. Vi tänka oss t. ex. en högtalare av dynamisk typ med tillhörande utgångstransformator, som vi icke veta till vilket rör den skall anpassas. Vad som då intresserar oss är just impedansen vid c:a 400 perioder eller 1.000 perioder. Medelst en motståndsmätning på talspolen och en mätning av omsättningstalet kunna vi reda upp saken, men det är värdefullare att direkt kunna befatta sig med impedansen. Vi anse oss ha en tongenerator, t. ex. den som drar någon växelströmsbrygga (se fig. 19). Vi få vidare skaffa oss en rörvoltmeter av enklaste slag, vilken icke behöver vara kalibrerad. Även ett dekadmotstånd, som kan anses kapacitets- och induktionsfritt vid dessa frekvenser är behövt. Fig. 31 visar hur det hela sammanställles.

Från tongeneratoren transformeras spänningen ned till några volts spänning, lämplig för rörvoltmeters område. Rörvoltmetern är här av kompenserad typ, så att galvanometers utslag kan inställas på noll, när ingen spänning förefinnes. Medelst nyckeln N skiftas om så att spänningen mätes växelvis över högtalaren och över dekadmotståndet. Dekaden inställes så att rörvoltmeters spänning förblir oförändrad vid växlingen. Värdet som avläses på dekadmotståndet blir då impedansen för högtalaren i ohm vid ifrågavarande frekvens.

Metoden är även användbar för mätning av induktans vid 50 perioder, vilken mätning är relativt lätt att utföra även för den, som har begränsad utrustning till sitt förfogande. I fig. 25 utbytes tongeneratoren mot växelströmsnätet med sina 50 perioder. Högtalaren bytes mot

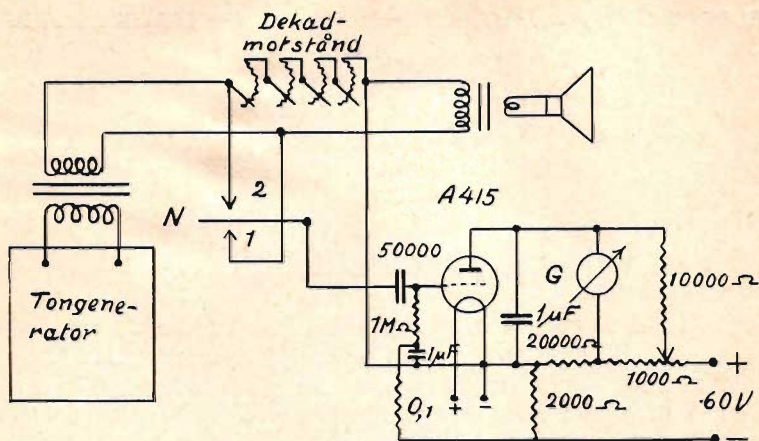


Fig. 31. Impedansmätning med tonfrekvens och rörvoltmeter.

t. ex. den drossel, vars induktans skall mätas. Låt oss säga att dekadens inställning på 9.550 Ω. Man kan då anse att drosselns induktiva motstånd är

$$X_L = 9550 \Omega. \text{ Alltså } \omega L = 9550.$$

$$L = \frac{9550}{2\pi \cdot 50} = 30,3 \text{ Henry.}$$

Även kondensatorers kapacitiva motstånd X_C kunna på motsvarande sätt uppmätas. Noggrannheten beror i första hand på hur noga frekvensen är känd samt hur övertonsfri denna är. Mätmetoden är mycket enkel och bekväm att använda och om man icke begär för stor exakthet i mätningen är den genomförbar med mycket enkla medel. I nödfall kan ju en kalibrerad potentiometer av koltyp användas i stället för dekadens. Fordringarna på precision få emellertid reduceras i proportion till detta.

POPULÄR RADIOS HANDBÖCKER

AMATÖRHANDBOKEN, del I o. II

Ombärlig rådgivare för radiotekniskt intresserade. Illustrerad. Av ingenjör W. Stockman. (Utsäld.) Pris pr del Kr. 1: 50

KORTVÄGSMOTTAGNING.

Den moderna svenska standardboken för kortvägsamatörer. Rekommenderas av Föreningen Sveriges Sändareamatörer. Av civiling. Mats Holmgren. (Utsäld.) Pris Kr. 1: 50

MOTTAGARENS INSTALLATION I HEMMET

Råd vid val av mottagare och dess placering för erhållande av bästa resultat. Illustrerad. Av Carl Lindberg. Pris Kr. 1: 50

MOTTAGARENS SKÖTSEL OCH VÅRD

Hur man rätt skall sköta och vårda en mottagare och hur man finner fel m. m. Illustrerad. För svenska förhållanden bearbetad av ingenjör W. Stockman. (Utsäld.) Pris Kr. 1: 50

RADIO PÅ NÄTET

En orienterande överblick av nätanslutningsapparater och med dessa sammanhörande problem. Av civilingenjör Tord Bohlin. (Utsäld.) Pris Kr. 1: 50

RADIOTEKNISK HANDBOK, del I och II

Grundläggande beräkningar och mätningar vid mottagarkonstruktion. Av civiling. Mats Holmgren. Pris pr del Kr. 1: 50

SELEKTIVA MOTTAGARE

En avhandling om superheterodyner, raka mottagare och återkoppling. Av ingenjör W. Stockman. Pris Kr. 1: 50

TONKORREKTION

Hur man med tillhjälp av filter korrigerar en mottagares frekvenskaraktistik. Av ingenjör W. Stockman. Pris Kr. 1: 50

RADIOLEXIKON

Lämnar förklaring på alla radiotekniska ord och uttryck. — Tre delar utkomna. En del varje kvartal i fortsättningen. — Av ingenjör W. Stockman. Pris pr del Kr. 1: 50

NORDISK ROTOGRAVYR — STOCKHOLM

Pris Kr. 1: 50