

Arboga Elektronikhistoriska Förening
www.aef.se

10227

POPULÄR RADIO HANDBÖCKER

RADIO- LEXIKON

DEL 4

Elektr. absorption — elektrostat. enheter

Champion

RADIORÖR

är högsta kvalitet till lägsta pris

Prova och döm!

All slags

kvalitetsmaterial för apparat-

bygge samt färdiga förstärkare

CHAMPION RADIO A.-B.

POLHEMSGATAN 38

STOCKHOLM

TELEFON 53 65 81

Specialfirma för amerikanskt kvalitetsmaterial

POPULÄR RADIOS HANDBÖCKER

RADIOLEXIKON

Av

Ingenjör WILLIAM STOCKMAN

DEL 4

Elektr. absorption—Elektrostat. enheter

*Nordisk Rotogravyr
Stockholm*

Eftertryck förbjudes.

Rätten till översättning förbehålles.

**Copyright 1938 by W. Stockman
and Nordisk Rotogravyr.**

NORDISK ROTOGRAVYR, STOCKHOLM 1938

Elektrisk absorption. Se Dielektrisk hysteresis.

Elektrisk elektrondans. På denna grundar sig Barkhausen-Kurz-oscillatorn. (Se detta ord.)

Se även Magnetisk elektrondans.

Elektrisk fältstyrka. I ett elektriskt fält påverkas en elektriskt laddad kropp av en mekanisk kraft, som är proportionell mot laddningens storlek. Det elektriska fältets styrka — den elektriska fältstyrkan — är lika med den kraft, varmed en med enhetsladdning försedd kropp påverkas.

Fältstyrkan kan vara olika stor i olika punkter av fältet (inhomogent fält). Är fältstyrkan lika stor och riktad åt samma håll i alla punkter av fältet, benämnes detta homogent eller likformigt.

I ett elektronrör, t. ex. en diod, förefinnes ett elektriskt fält mellan anod och katod, då anoden gives positiv spänning i förhållande till katoden. Det är detta fält som förorsakar elektronernas rörelse från katod till anod, i det att varje elektron påverkas av en mekanisk kraft, riktad mot anoden. Ju större positiv spänning som pålägges anoden, desto större blir fältstyrkan i röret, d. v. s. den elektronerna påverkande kraften, och desto större blir också elektronhastigheten.

Se även Elektrostatiskt fält.

Elektrisk förskjutning (elektrisk induktion). Detta är den »deformation» eller förändring, som åstadkommes i ett dielektrikum, då det utsättes för påverkan av ett elektriskt fält. Förskjutningens storlek bestämmes av ämnets dielektricitetskonstant samt av den elektriska fältstyrkan.

En kondensator, bestående av två metallbelägg och mellan dessa ett isolerande medium, kan laddas genom att en spänning pålägges kondensatorn. Laddningen blir vid viss pålagd spänning större, ju större kapacitet kondensatorn har, men kapaciteten är i sin tur beroende av dielektricitetskonstanten. Denna är helt enkelt ett uttryck för dielektrikumets mottaglighet för »deformation». Se även Kondensator.

Elektrisk induktion. Se Elektrisk förskjutning.

Elektrisk influens. Ett fenomen, genom vilket en från början oladdad kropp (ledare eller isolator) på avstånd kan bibringas elektriska laddningar, alltså utan att den kommer i beröring med andra, elektriskt laddade kroppar.

En oladdad kropp kan antagas hava lika stora mängder av positiv och negativ elektricitet, vilka neutralisera varandra, varför kroppen uppför sig som vore den oladdad. Närmas till densamma en annan, positivt laddad kropp, så attraheras den oladdade kroppens negativa elektricitet, under det att dess positiva elektricitet repelleras. Elektricitetsmängderna kunna emellertid ej lämna kroppen, varför den negativa lägger sig som en ytladdning på den del av kroppen, som är närmast den främmande, positiva kroppen, och den positiva på motsvarande sätt tar den mest avlägsna delen av kroppen i besittning. Sålunda bli olika partier av kroppen positivt resp. negativt laddade, utan att någon beröring med den främmande kroppen ägt rum.

En tillämpning av detta fenomen förefinnes vid Barkhausen-Kurz-oscillatoren, där den från början oladdade kroppen utgöres av rörets elektroder med vidhängande strömkretsar och den främmande, i detta fall negativa »kroppen» utgöres av det hastigt oscillerande elektronmolnet. (Elektronerna ha alla samma fas, varför de samverka på detta sätt.) Då molnet närmar sig anoden, blir denna mer positiv än förut, och då molnet avlägsnar sig, återgår spänningen till det ursprungliga värdet. Alltså kommer bl. a. anodspänningen att variera i takt med elektronoscillationerna, och resultatet blir elektriska svängningar i den vidhängande kretsen.

Som framgår av det ovan sagda är det i detta speciella fall snarare fråga om en genom influens åstadkommen variation i en viss ursprunglig laddning, t. ex. på anoden, än om uppladdning av en från början oladdad kropp.

Elektrisk kraftlinje. En i ett elektriskt fält tänkt linje, vilken i varje punkt har samma riktning som den därstädes rådande elektriska kraften eller fältstyrkan.

Elektrisk mittpunkt (hos glödtråd). I vissa fall, såsom vid användning av direkt uppvärmda rör i slutsteget på växelströmsdrivna mottagare, är det nödvändigt att taga ut den »elektriska mittpunkten» på glödtråden. Detta kan ske genom ett mittuttag på nättransformatorns glödströmslindning eller genom ett med mittuttag försett motstånd på 50 à 100 ohm, vilket anslutes parallellt över glödtråden. Bäst är emellertid en potentiometer, som även medför en annan fördel. (Se Brumkompensator.)

Om den sålunda erhållna elektriska mittpunkten användes som nollpunkt i röret, elimineras den störning som eljest uppkommer på grund av den varierande potentialen hos olika delar av katoden i förhållande till styrgallret. Tar man t. ex. ena glödtrådsändan till nollpunkt, så kommer spänningen hos den andra änden att variera mellan t. ex. plus 5,6 volt och minus 5,6 volt i förhållande till gallret, vilket är detsamma som att gallerspänningen varierar med samma belopp i förhållande till denna glödtrådsända och med ett visst mindre belopp i förhållande till övriga delar av glödtråden. Denna varierande gallerspänning ger en störning (brumton) med samma frekvens som hos den för matning av glödtråden använda växelströmmen.

Förlägges nollpunkten till glödtrådens elektriska mittpunkt, så blir den ena glödtrådsändan positiv i förhållande till gallret när den andra blir negativ, och eftersom plus- och minus-spänningarna äro lika stora, blir medelpotentialen på gallret konstant, och ingen störning kan uppkomma.

Elektrisk skärmning. Man skiljer mellan elektrostatisk och elektromagnetisk skärmning eller enklare elektrisk och magnetisk skärmning. I fråga om dessa uttryck finnes dock ej någon enhetlig nomenklatur. Med elektrisk skärmning avses ibland även magnetisk skärmning, och i så fall talar man om elektrostatisk skärmning, så snart man vill klargöra, att det är fråga om skärmning av rent elektriska (elektrostatiska) fält. Samma oklarhet gäller i fråga om olika slag av fält.

Se f. ö. Skärmning, Elektrostatisk skärmning, Elektromagnetisk skärmning.

Elektrisk ström. Den elektriska strömmen består i en rörelse hos negativt laddade elektroner. Om en ström går fram genom en ledare, så betyder detta alltså att elektroner förflytta sig inuti ledaren. När man talar om att strömmen går åt ett visst håll i ledaren, så menar man den riktning, som är motsatt elektronernas rörelseriktning. Man har nämligen en gång kommit överens om detta. De negativa elektronerna röra sig åt ett håll — man kan säga att de utgöra en negativ ström — och den positiva strömriktningen är åt motsatt håll. Det är denna positiva ström man alltid talar om; man säger t. ex. att strömmen går från pluspolen av ett batteri, genom den yttre kretsen och till minuspolen.

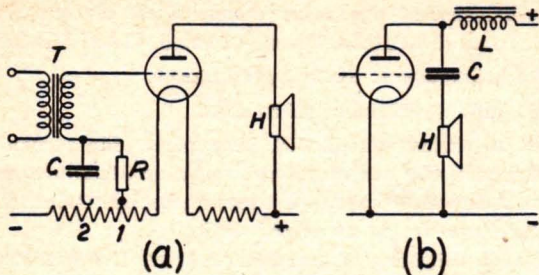
Vid ett elektronrör kommer denna motsättning mellan strömriktningen och elektronernas rörelseriktning väl till synes. Sålunda går ju anodströmmen från anodbatteriets pluspol till rörets anod och därifrån inuti röret till katoden, under det att elektronerna inuti röret gå i riktning från katod till anod. Detta kan vara bra att komma ihåg då det gäller att bestämma strömriktningen i ett rörs gallerkrets under olika förhållanden. (Se Gallerström.)

Elektrisk svängningskrets. Se Svängningskrets.

Elektrisk ventil. En anordning, som släpper fram den elektriska strömmen blott i ena riktningen. (Se Ventilverkan.) Exempel är elektronröret, där en ström går fram om anoden är ansluten till strömkällans positiva pol och katoden till den negativa polen, men ej om anslutningen är den omvända. Andra exempel äro kristalldetektor och metallkriktare, ehuru ventilverkan där är något mindre utpräglad.

Se f. ö. Ventilverkan.

Elektrisk växel. Benämning på en sådan anordning, som vid elektriska strömkretsar skiljer på likström och växelström, d. v. s. tvingar likströmmen att gå en väg och växelströmmen en annan. Exempel på sådana anordningar visas i figuren. Vid (a)



Två exempel på elektrisk växel. Till vänster förstärkarrör med nätljudskompensation. T är ingångstransformatorn och H högtalaren. Till höger anordning med sidoställd högtalare. Drosseln L spärar växelströmmen och kondensatorn C likströmmen. Numera användes i stället för L och C en transformator (se utgångstransformator), varvid likströmmen flyter genom dennas primärlindning och ej påverkar högtalaren.

se vi en likströmsdriven förstärkare med kompensationskoppling för eliminering av nätljudet. Negativ gallerförsättning till röret uttages i punkten 1. Växelspänning (maskintonspänning) för kompensation av nätljudet måste uttagas i en längre bort från katoden belägen punkt (2), för att denna spänning skall få rätt storlek. Motståndet R och kondensatorn C bilda nu tillsammans en »elektrisk växel», i det att R släpper fram likströmmen men stoppar växelströmmen, under det att C släpper fram växelströmmen men stoppar likströmmen, detta populärt uttryckt. I själva verket utgöra C och R en spänningsdelare för den mellan 1 och 2 liggande maskintonspänningen, men om impedansen hos C är liten i förhållande till motståndet R , så får gallret en maskintonspänning lika med den i punkt 2. Likspänningen på gallret blir lika med den i punkt 1.

Vid (b) visas en s. k. drossel-kondensator-koppling i slutsteget på en radiomottagare, s. k. sidoställd högtalare. Drosseln L och kondensatorn C bilda en »elektrisk växel», som tvingar

likströmmen att taga vägen genom L och driver växelströmmen genom C och högtalaren. (Se f. ö. Sidoställd högtalare.)

Elektriska svängningar. Se Svängningskrets.

Elektriskt fält. Se Elektrostatiskt fält.

Elektriskt musikinstrument. Ett instrument, där tonerna alstras på elektrisk väg och återgivas genom en högtalare. En del av dessa instrument ha knappast mer än kuriositetsintresse, andra återigen synas vara av större värde.

Se f. ö. Sfärofon, Theremininstrument, Trautonium, Nernst-flygel, Hammond-orgel m. fl.

Elektriskt piano. Se Nernst-flygel.

Elektriskt störningsfält. Se Störningsdimma.

Elektrod. Den ledare, genom vilken den elektriska strömmen inträder i eller lämnar en elektrolytisk cell, ett elektronrör el. dylikt.

Se Anod och Katod.

Elektrodynamisk graverdosa. Graverdosa med elektrodynamiskt system. (Jmfr Elektrodynamisk högtalare.)

Se f. ö. Graverdosa.

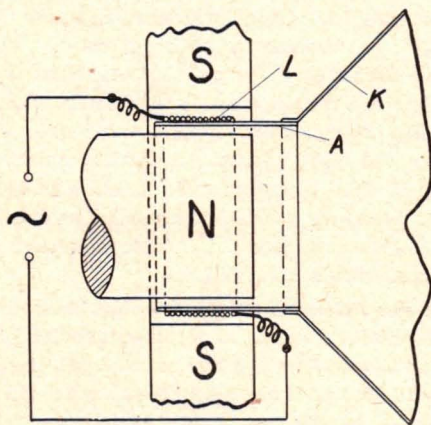
Elektrodynamisk högtalare. Den numera allenarådande högtalartypen. Finns i olika utföranden, dels som konhögtalare, dels som trathögtalare. Andra, mindre vanliga utföringsformer äro Blatthaller-högtalaren samt bandhögtalaren. Åtminstone den sistnämnda är numera föråldrad.

Ofta göres åtskillnad mellan elektrodynamisk och »permanentdynamisk» högtalare. Den sistnämnda borde heta »elektrodynamisk högtalare med permanent magnet» till skillnad från den andra, åtminstone förr vanligare typen med elektromagnet, s. k. fältmatad typ. (Se f. ö. Permanentdynamisk högtalare.)

Andra högtalartyper med liknande namn men icke arbetande efter den elektrodynamiska högtalarens princip äro den »induktordynamiska» högtalaren samt den »ferrodynamiska» högtalaren. (Se dessa ord.)

Den elektrodynamiska högtalarens princip framgår av figuren. I ett kraftigt magnetfält mellan magnetpolerna N och S är upphängd en spole, svängspolen eller talströmspolen L. Högtalarkonen K är fast förenad med den stomme A, på vilken spolen är lindad. Hela systemet L—A—K är elastiskt upphängt, så att det inom vissa gränser kan röra sig ganska obehindrat i axiell led.

Släpper man en likström genom spolen L, kommer denna att påverkas av en mekanisk kraft, som vill föra den framåt eller bakåt i axiell led (åt vilket håll är beroende av strömriktningen i spolen). Det rörliga systemet L—A—K kommer på grund härav att göra ett »utslag» i ena riktningen. Hur stort utslaget blir är beroende av strömstyrkan samt även beroende



Schematisk bild av drivsystemet hos en elektrodynamisk högtalare. Svängspolen eller talströmspolen L, som rör sig i luftgapet mellan den cylindriska tappen N och ringen S, är lindad på en tunnväggig bobin A. Vid denna är högtalarkonen K fäst. Luftgapet är i verkligheten mycket smalt, och svängspolen styres i detsamma med hjälp av en styrskiva, fäst dels vid bobinen A och dels vid en skruv, anbragt i mittpunkten av tappen N.

av hur pass löst upphängt det rörliga systemet är. Vid mycket lös upphängning är den motverkande kraften liten, och utslaget blir alltså stort.

Brytes strömmen genom spolen, så går denna och därmed hela det rörliga systemet tillbaka till viloläget. Släppes en ström genom spolen i motsatt riktning, kommer den att göra utslag åt motsatt håll mot förut. Det är då tydligt, att om en växelström släppes genom spolen, kommer denna att vibrera kring medelläget i takt med strömmens periodtal. Detta gäller även om högtalarkonen K, vilken härvid ger upphov till motsvarande rörelser hos luftpartiklarna, d. v. s. ljudvågor bildas.

De i figuren visade magnetpolerna N och S (kunna lika väl vara ombytta) höra till den s. k. fältmagneten, d. v. s. den magnet som alstrar fältet, i vilket svängspolen rör sig. Denna fältmagnet kan utgöras av antingen en elektromagnet eller en permanent magnet («stålmagnet»). — Se Fältmatad högtalare resp. Permanentdynamisk högtalare.

Konen kan utformas och upphängas på olika sätt. (Se Konhögtalare.) Vid elektrodynamiska trathögtalare är konen ersatt med ett litet membran. (Se Trathögtalare.) Mellanformer finnas även, där konen är av vanligt utförande och tratten har stor begynnelseöppning, lika stor som eller något mindre än kondiametern. (Se Trattbaffel.)

Svängspolen utföres numera alltid lågohmig, d. v. s. den har relativt få lindningsvarv. Likströmsmotståndet håller sig vid olika fabrikat av högtalare mellan ca 2 och 25 ohm. Vad som är av betydelse är impedansen, som vid mycket låga frekvenser (t. ex. 50 p/s) har praktiskt taget samma värde som likströmsmotståndet hos svängspolen, utom vid upphängningsresonansen, där impedansen får ett högt värde. Denna resonans inträffar vid det rörliga systemets egenfrekvens, som bestämmes av den sammanlagda massan i kon och svängspole samt av styvheten hos upphängningsanordningen. Ju större massa och ju lösare upphängning, desto lägre

egenfrekvens. Stor massa är dock ej önskvärd med hänsyn till de högre frekvenserna.

Upphågningsresonansen faller vanligen mellan 40 och 250 p/s. Den bör helst ligga så långt ned som möjligt.

Gå vi mot högre frekvenser, börjar spolens reaktans göra sig gällande, och vid några hundra p/s är impedansen kanske några tiotal procent större än likströmsmotståndet. Den ökar sedan ytterligare med frekvensen.

För att maximal distortionsfri effekt skall erhållas från det rör i radiomottagaren eller förstärkaren, vilket matar högtalaren (slutröret), måste lämplig anpassning förefinnas eller, rättare sagt, belastningsimpedansen (högtalarens impedans) skall ha ett visst värde. (Se Optimal anodbelastning.) Vi ha ovan sett hur impedansen varierar med frekvensen, och detta gör att man måste anpassa vid en viss frekvens, anpassningsfrekvensen, som givetvis måste väljas omsorgsfullt. I praktiken brukar den läggas någonstans mellan 400 och 1 000 p/s. Man måste härvid mäta impedansens storlek vid denna frekvens och välja omsättningsstalet hos transformatorn så, att man just vid frekvensen i fråga får optimal belastning i slutrörets anodkrets. Eftersom svängspolen är lågohmig, erfordras en transformator mellan slutröret och högtalaren. (Se Anpassningstransformator.)

I nödfall kan man mäta svängspolens likströmsmotstånd och multiplicera detta med 1,3. Är likströmsmotståndet t. ex. 10 ohm, så kan man räkna med en impedans vid anpassningsfrekvensen av ca 13 ohm. Vid denna metod blir anpassningsfrekvensen ganska obestämmd, men siffran 1,3 svarar någorlunda mot förhållandet mellan impedans och likströmsmotstånd hos kommersiella högtalare vid 400 à 500 p/s, varför man ej riskerar att komma alldeles fel. Vill man anpassa vid högre frekvens, omkring 800 p/s, får man öka faktorn till 1,6. Denna metod är dock osäker, och man bör helst använda fabrikantens data, om sådana finnas tillgängliga, eller mäta impedansen vid lämplig anpassningsfrekvens.

Det erhållna värdet på impedansen användes sedan vid beräkning av transformatorns omsättningstal. (Se Optimal anodbelastning.)

(Observera att ordet anpassning här ej använts i sin egentliga betydelse: yttre motståndet lika med inre motståndet. Strängt taget är det här fråga om antingen över- eller underanpassning. — Se dessa ord samt Optimal anodbelastning.)

Orsaken till att den elektrodynamiska högtalaren utträngt den elektromagnetiska är att den förra återger musik och tal mer naturtroget. Den ger med andra ord mindre distortion eller förvrängning av ljudet än den elektromagnetiska typen. Emellertid har även den elektrodynamiska högtalaren sina brister. Höga toner (över kanske 3 000 p/s) återges sålunda ej distortionsfritt (här avses vanliga konhögtalare), och vidare gå många högtalare ej högre upp än till kanske 6 000 p/s, vilket är för litet, utom då det gäller distansmottagning. För utökning av frekvensområdet uppåt använder man ibland dubbelkon eller dubbelhögtalare.

Distortion kan även förefinnas vid mycket låga toner på grund av att svängspolens amplituder då bli så stora, att spolen ej hela tiden rör sig i ett likformigt fält. För att undvika detta kan man göra luftgapet långt och spolen kort (se fig.), men detta skulle bli oekonomiskt, varför man i stället gör spolen lång och luftgapet kort. Om spolen är osymmetriskt placerad i luftgapet (förskjuten åt ena änden), fås kraftig distortion vid låga frekvenser.

För övrigt är distortionsfriheten rätt mycket beroende av konens utförande. Den numera vanligen använda »böjda» konen (»Nawi-», »Curvilinear-», exponentialkon) har medfört en icke obetydlig förbättring i nämnda avseende.

Den elektrodynamiska högtalaren återger lägre toner (bas-toner) långt bättre än den elektromagnetiska, där basregistret ej alls kan komma till sin rätt. Av denna orsak måste en baffel eller ljudskärm användas, ty eljest gå bastonerna

förlorade. (Se Akustisk kortslutning.) Numera använder man ofta baffellådor, som äro mindre skrymmande än den plana baffeln. Om dessa lådor förses med ljuddämpande material på insidan, kunna de göras helt slutna. Det allra senaste på området är den »akustiska kammaren» eller »basreflexlådan», som tillsammans med högtalaren bildar ett enhetligt akustiskt system och därigenom kan fås att gynnsamt påverka återgivningens kvalitet.

När man köper en högtalare, får man veta att den tål så och så många watts växelströmseffekt utan att taga skada. Denna uppgift gäller i regel ej vid upphängningsresonansen (ovan omtalad), ty där tål högtalaren ej på långt när så stor effekt. I praktiken förhåller sig också högtalaren olika vid drift med pentod och triod. (Se Pentod- och Triodslutrör. Se även Dubbelhögtalare.)

I moderna radioapparater användes ofta högtalarens fältlindning som sildrossel. För att högtalaren då ej skall brumma, måste den förses med neutraliseringsspole. (Se detta ord.)

Vid köp av elektrodynamisk konhögtalare bör man undvika sådana med liten kondiameter. Ju större konen är, desto bättre kommer basen fram. Lös upphängning av konen (lättrorlig kon) bidrager också till att göra basåtergivningen bättre. Ett kraftigt fält gör högtalaren känsligare samt dämpar de skadliga resonanserna. Vid fältmatade typer är därför överdriven ekonomi med hänsyn till matningsströmmen ej att rekommendera.

Spolen måste givetvis gå alldeles fritt i luftgapet. Vid permanentdynamiska typer råkar man ibland ut för järnfilspån i luftgapet, som då måste rengöras.

Från den ovan behandlade elektrodynamiska konhögtalaren komma vi via högtalaren med trattbaffel över till den rena tratthögtalaren, som i många avseenden skiljer sig från konhögtalaren. Alla tratthögtalare äro numera försedda med elektrodynamiska system. (Se Tratthögtalare.)

Alla högtalare ha en viss riktverkan, särskilt utpräglad vid höga frekvenser. (Se Kon- och Tratthögtalare samt Riktverkan.)

Elektrodynamisk mikrofon. Den mikrofontyp som går under denna benämning är utförd på samma sätt som en elektrodynamisk högtalare, blott med den skillnaden att det rörliga systemet är mycket lättare och konen är ersatt av ett tunt aluminiummembran, som uppbär svängspolen.

För åstadkommande av lika känslighet vid alla frekvenser inom det hörbara området har man vidare försett denna mikrofon med ett system av akustiska kamrar och kanaler, som samverka med det rörliga systemet.

Till den elektrodynamiska typen av mikrofoner hör även bandmikrofonen.

Se f. ö. Mikrofoner samt Ljudstyrkenivå.

Elektrodynamisk nålmikrofon. Det är först på senare tid som den elektrodynamiska principen tillämpats på en nålmikrofon eller »pick-up». Konstruktionen påminner närmast om en bandmikrofon. Ett smalt fosforbronsband är böjt i form av en hårnål, som ligger horisontellt över grammofonskivan. Slingan bibringas av grammofonnålen — en safir — en vaggande rörelse kring sin symmetriaxel, och skänklarna röra sig härvid i var sitt luftgap i ett magnetsystem, varvid en emk induceras i slingan. Denna har ytterst litet motstånd, varför en upptransformator erfordras mellan nålmikrofonen och förstärkaren.

Fördelen med denna konstruktion är att det rörliga systemet blir ytterst litet och lättörligt. Det väger mindre än en vanlig grammofonnål av stål. Ankarresonansen faller vid ca 18 000 p/s, varför frekvensområdet sträcker sig ända dit upp. Slitningen på skivorna blir ytterligt liten.

Denna nålmikrofon är endast ett experiment. I praktiken har man ej heller användning för ett så stort frekvensområde.

Beträffande resonanser m. m. hos nålmikrofoner, se Elektromagnetisk nålmikrofon.

Elektrolyt. Vätskan i en elektrolytisk cell eller en ackumulator. Elektrolyten är ledande för den elektriska strömmen.

Elektrolytisk cell. En behållare, i vilken finnes en elektrolyt samt tvenne i denna nedsänkta elektroder. Exempel äro alla olika slag av våt- och s. k. torrelement, ackumulatören, den elektrolytiska likriktaren, den elektrolytiska kondensatören m. m. (Se dessa ord.)

Elektrolytisk kondensator. Man skiljer mellan »våta» och »torra» elektrolytkondensatorer.

Se Torrelektrolytkondensator samt Våtelektrolytkondensator.

Elektrolytisk likriktare. En elektrolytisk cell, som har egenskapen att släppa igenom den elektriska strömmen i endast ena riktningen. Den ena elektroden, katoden, utgöres av aluminium, den andra, anoden, av t. ex. bly. Elektrolyten utgöres av en ammoniumfosfatlösning.

En dylik likriktare kan användas bl. a. för laddning av ackumulatörer från växelströmsnät. Härvid kopplas strömkällan, likriktaren och ackumulatören i serie på sådant sätt, att ackumulatorns pluspol förenas med aluminiumelektroden i likriktaren. För laddning av en vanlig radioackumulator tas strömmen ut från nätet genom en transformator, som på sekundärsidan ger ett trettiotal volts spänning.

Under ena halvperioden går strömmen genom den elektrolytiska likriktaren i riktning från blyplattan till aluminiumplattan, alltså i rätt riktning genom ackumulatören för att ladda densamma. Under den nästföljande halvperioden skulle strömmen gå åt motsatt håll, om den ej effektivt stoppades av den elektrolytiska likriktarcellen. Alltså omvandlas växelströmmen till en pulserande likström, som laddar ackumulatören.

Den elektrolytiska likriktaren kan även utföras för tvåvägslikriktning, så att växelströmmens båda halvperioder utnyttjas. Se även Likriktare.

Elektromagnet. Består av en kärna av mjukt järn, runt vilken är lindat ett antal varv av isolerad koppartråd. Då en elektrisk ström släppes genom lindningen, blir järnkärnan magnetisk, så att den får förmågan att draga till sig (attrahera) andra järnföremål. Ju flera varv lindningen (solenoiden) har och ju starkare ström som genomflyter densamma, desto större blir den magnetiska kraften. Så snart strömmen brytes, försvinner emellertid magnetismen nästan fullständigt. (Se Remanent magnetism.) Detta är karakteristiskt för en elektromagnet till skillnad från en stålmagnet eller permanent magnet, som efter magnetisering behåller magnetismen.

Vill man åstadkomma största möjliga lyftverkan hos en elektromagnet, så böjer man järnkärnan i hästskoform, så att båda polerna samtidigt suga fast det järnföremål som skall lyftas. De av solenoiden alstrade magnetiska kraftlinjerna bli då slutna genom järnet och bli därvid flera till antalet än om de till stor del skulle sluta sig genom luften. Vill man alstra stor magnetisk kraft, gäller det alltså att göra de sträckor, där kraftlinjerna passera genom luften, så korta som möjligt. Detta får sin tillämpning bl. a. vid den elektrodynamiska högtalarens fältmagnet. (Se Fältmagnet.)

Om solenoiden genomflytes av en likström, blir järnkärnans ena ände nordpol, den andra sydpol. Vid motsatt strömriktning blir polariteten omkastad. Genomflytes solenoiden av en växelström, kommer polariteten alltså att växla i takt med strömriktningens växlingar. Ett omagnetiserat järnstycke attraheras en gång för varje halvperiod — i det ögonblick då strömmen är noll sker ju ingen attraktion — under det att en magnet, t. ex. nordpolen på en stavmagnet, attraheras under ena halvperioden och repelleras (bortstötes) under den andra. Matas elektromagneten med 50-periodig växelström, så kommer därför den omagnetiserade kroppen att vibrera med periodtalet 100 p/s (100 hela svängningar per sekund), under det att den magnetiserade kroppen gör 50 svängningar per sekund och alltså vibrerar med växelströmmens periodtal.

Detta fenomen är av betydelse vid konstruktion av elektromagnetiska telefoner och högtalare. (Se Elektromagnetisk telefon samt Elektromagnetisk högtalare.)

Elektromagnetisk graverdosa. En graverdosa för skivinspelning, utförd enligt den elektromagnetiska principen, med ett magnetsystem som i elektromagnetiska högtalare eller — för att taga den närmast liggande jämförelsen — som i elektromagnetiska nålmikrofoner (»pick-ups»). En nålmikrofon av elektromagnetisk typ kan bringas att fungera i omvänd ordning som graverdosa, ehuru bra resultat ingalunda erhålles med vilken nålmikrofon som helst. Vid stora fordringar — kommersiell skivinspelning — användas elektromagnetiska (eller elektrodynamiska) graverdosor av speciell konstruktion, vilka i jämförelse med nålmikrofoner betinga ett mycket högt pris.

Se vidare Elektromagnetisk nålmikrofon, Balanserat magnetsystem samt Graverdosa.

Elektromagnetisk högtalare. Denna högtalartyp, som under rundradions tidigare år var den enda som användes, har nu helt undanträngts av den elektrodynamiska typen. Man skiljer mellan den elektromagnetiska trathögtalaren, som var den allra tidigaste, mycket ofullkomnade typen, och den elektromagnetiska konhögtalaren, som framkom senare och som gav bättre återgivning av de lägre frekvenserna (tratten har ju en viss undre gränsfrekvens, som vid de då brukliga små trattarna låg mycket högt) och — utrustad med ett modernt, balanserat magnetsystem — mindre distortion. (Trathögtalaren hade ett system av enkelverkande typ, liknande det i våra vanliga, elektromagnetiska hörtelefoner.)

Beträffande principen för den elektromagnetiska högtalaren, se Elektromagnetisk hörtelefon samt Balanserat högtalarsystem.

Med en relativt stor kon erhöles med den elektromagnetiska högtalaren en någorlunda god återgivning, i det att en större kon gav kraftigare bas än en mindre. En sak som man dock

ej kan komma ifrån är de begränsade svängningsamplituderna hos ankaret, vilket gör att basregistret ej kan komma till sin rätt. Man har med större eller mindre framgång försökt med speciella magnetsystem, konstruerade för att möjliggöra större svängningsamplituder hos ankaret, såsom i Farrand-högtalaren samt i typen med »frisvängande» ankare. Den sistnämnda användes fortfarande i mottagare, där kostnaderna måste reduceras till ett minimum, givetvis på bekostnad av ljudkvaliteten.

En annan svårighet är att få liten massa hos det svängande systemet, främst hos ankaret, som är av järn och som ej kan givas alltför små dimensioner. Liten massa erfordras för att högtalaren skall kunna återgiva det högre tonregistret med tillfredsställande styrka.

De elektromagnetiska högtalarna äro alltid höghmiga. Likströmsmotståndet i lindningen är av storleksordningen 1 000 ohm. Tråden är ganska klen. För möjliggörande av anpassning till slutröret äro en del elektromagnetiska högtalare försedda med uttag på lindningen. Någon transformator för anpassning användes i regel ej, men däremot ofta drossel och kondensator för sidställning av högtalaren, bl. a. för att anodlikströmmen ej skall åstadkomma någon förskjutning av ankarets utgångsläge. Vissa system ha dock justerbart ankarläge.

På grund av att impedansen ökar kraftigt med frekvensen, kommer det högre tonregistret att alltför starkt framhävas, då den elektromagnetiska högtalaren matas av ett pentodslutrör. Denna olägenhet kan avhjälpas medelst ett enkelt filter, ofta benämnt pentodfilter, vilket håller impedansen nägorlunda konstant.

Se dessutom följande elektromagnetiska högtalare: Farrand- (»induktor-dynamisk»), Ferrodynamiska, Frisvängande. Se även Högtalare samt Konhögtalare.

Elektromagnetisk induktion. Om strömmen genom en elektromagnet, t. ex. en elektrodynamisk högtalares fältmagnet, brytes, så uppstår vid brytstället en gnista. Detta visar att en

elektrisk ström fortfarande flyter genom elektromagnetens lindning, sedan den ursprungliga strömmen brutits. Denna extra ström alstras genom elektromagnetisk induktion; det av den ursprungliga strömmen alstrade magnetfältet förändras till sin styrka, då strömmen brytes, i det att fältet ju praktiskt taget försvinner. Denna fältändring åstadkommer i lindningen en elektromotorisk kraft (emk), spänningen över brytstället joniserar luften, så att den blir ledande, och en ström flyter via gnistan fram genom kretsen.

Riktningen hos denna extra ström är nu densamma som hos den ursprungliga strömmen, varav alltså framgår att den extra strömmen eller induktionsströmmen söker motverka ändringen av magnetfältet, söker förhindra att magnetfältet försvinner. (Se Lenz' lag.)

Om vi nu sluta strömmen genom lindningen, så märks ju ingenting, men i en katodstråleoscillograf kan man se att strömmen ej ögonblickligen uppnår sitt fulla värde utan liksom försenas. Detta beror på att en motriktad ström uppkommer vid slutningen, även denna en extra ström eller induktionsström, som söker motverka den vid slutningen åstadkomna förändringen av magnetfältet. Så snart strömmen slutes, alstrar den nämligen liksom förut ett magnetfält, men detta alstrar i sin tur en emk, som ger upphov till en ström genom kretsen, och denna ström söker liksom förut att motverka ändringen av magnetfältet, d. v. s. denna gång söker den förhindra uppkomsten av ett magnetfält, varför den alltså måste vara motriktad den ursprungliga eller påsläppta strömmen.

En sådan induktionsström uppkommer även i en från den ovannämnda lindningen helt skild lindning, som är lagd runt samma järnkärna. Vi kunna kalla den ursprungliga lindningen primär- och den sistnämnda sekundärlindning eller kortare primär resp. sekundär. När strömmen slutes genom primären, uppstår i sekundären en emk med viss polaritet, och när primärströmmen brytes fås en sekundär-emk med motsatt polaritet. Emellertid var det förändringen av magnet-

fältet som var av betydelse för uppkomsten av en induktionsström, och en periodisk förändring eller variation av magnetfältet få vi ju också om vi släppa en växelström genom primären, varför även nu en induktionsström uppkommer, som dessutom blir alldeles lika primärströmmen till utseendet, alltså i fråga om vågformen. Härmed äro vi framme vid transformatorn, vars verkan tydligen grundar sig på den elektromagnetiska induktionen.

Järnkärnan är ingen förutsättning för att »transformatorverkan» skall uppkomma; det fordras blott att primär- och sekundärspolarna ha en större eller mindre del av magnetfältet gemensamt, eller med andra ord, de skola vara kopplade med varandra eller ha en viss ömsesidig induktans. (Se närmare härom under Induktans samt Transformator.)

Vi ha ovan visat hur en inducerad emk erhålles i en spole genom förändring av styrkan hos det magnetfält, i vilket spolen befinner sig. En inducerad emk kan emellertid även erhållas, om fältet är konstant (oföränderligt) och spolen eller ledaren rör sig i detsamma på sådant sätt, att kraftlinjer skäras av ledaren. Exempel härpå utgöra de elektriska generatorerna samt inom teletekniken den elektrodynamiska mikrofonen samt bandmikrofonen, vilka båda arbeta efter samma princip. Egentligen är den ovan beskrivna elektromagnetiska induktionen med föränderligt magnetfält samma sak, ty även här kan man tala om att kraftlinjerna skäras av ledaren vid fältets förändring.

Se även Inducerad emk, Inducerad ström samt Växelström.

Elektromagnetisk nälmikrofon (»pick-up»). Nälmikrofon med elektromagnetiskt system av liknande typ som vid elektromagnetiska högtalare. (Se Balanserat magnetsystem.)

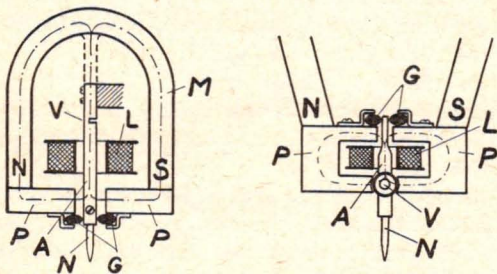
Figuren här nedan visar två olika typer av elektromagnetiska nälmikrofoner. Till vänster ses en av enklare utförande, i princip oriktigt konstruerad, i det att förlängningen av ankaret A borde vara magnetiskt förbunden med den permanenta magneten M enligt de streckade linjerna. I så fall över-

ensstämmer konstruktionen fullständigt med figur I under Balanserat högtalarsystem.

Ankaret A, som gjorts fjädrande i sidled genom en insågning ett stycke upp på järnstaven (vid V), hålles centrerat mellan magnetpolerna av gummikuddarna G; dessa giva en kraft som motverkar den magnetiska attraktionen från polskorna. Ankaret har stor massa och stor utsträckning från »vridningsaxeln» V räknat, varför egenfrekvensen blir låg. (Se härom nedan.)

Systemet till höger har betydande fördelar. (Här har endast polerna av den permanenta magneten uttritats.) Ankarets massa har väsentligt reducerats, och de tyngre delarna, bl. a. fästskruven för grammofoonnålen, äro dessutom anbragta i eller invid vridningsaxeln V. (Ankaret är här försett med ett par cylindriska tappar, en åt var sida, vilka äro lagrade i gummi och lagom hårt inspända mellan polskorna P.) Detta gör att egenfrekvensen för ankaret blir mycket högre än i förra fallet.

En annan fördel med konstruktionen till höger är att det magnetiska växelfältet hela vägen passerar genom mjukt järn, under det att växelfältet vid föregående konstruktion måste



Två typer av elektromagnetiska nålmikrofoner, till vänster en äldre, till höger en modernare. N:grammofoonnål, A:ankare, V:vridpunkt, L:spole, P:pol Skor av mjukt järn, M:permanent magnet, G:gummipackningar för centrering av ankaret mellan polskorna. De streckprickade linjerna angiva växelflödet's väg.

passera genom stålmagneten, som har stort magnetiskt motstånd.

Vi äro därmed inne på den elektromagnetiska nålmikrofonens princip. I medelläget genomflytes ankaret ej i längdriktningen av några magnetiska kraftlinjer; de gå i stället tvärs igenom ankaret från pol till pol. (Detta gäller vid balanserade system, de enda som numera användas i nålmikrofoner.) Då ankaret av nålen tvingas över åt ena sidan, komma emellertid kraftlinjer att passera i ankarets längdriktning, och flödet genom ankaret blir allt starkare, ju större utböjningen är i sidled. I nästa ögonblick tvingas ankaret över åt andra sidan, varvid ankaret genomflytes av kraftlinjer i motsatt riktning mot förut. På samma sätt som vid elektromagnetisk induktion kommer alltså spolen L att påverkas av ett magnetfält, som ändrar styrka och riktning i takt med ankarets svängningar. Ett sinusformat spår i grammofonskivan ger då upphov till en i spolen inducerad sinusformad emk, d. v. s. vågformen på skivan återgives troget hos den spänning, som nålmikrofonen avgiver.

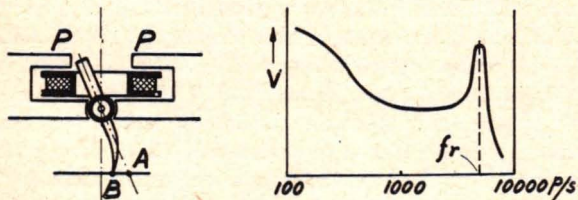
En nålmikrofon måste bedömas ur flera olika synpunkter. Amplitud- och frekvensdistortion skola vara små, och slitningen av grammofonskivan skall vara obetydlig. Amplituddistortionen reduceras genom användning av balanserat magnetsystem (båda de visade systemen äro sådana). Gummipackningarna skola vara lagom hårda och ankaret väl centrerat mellan magnetpolerna. Torra gummipackningar medföra amplituddistortion.

Frekvensdistortionen skall vara liten, d. v. s. frekvenskurvan för nålmikrofonen skall vara rak inom hela det önskade tonregistret. Eventuella resonanser böra falla över eller under detta område.

Två resonanser finnas. Den ena, ankarresonansen eller huvudresonansen, inträffar vid ankarets egenfrekvens, som bestämmes av ankarets massa samt nålens styvhet och ligger mellan ca 3 000—10 000 p/s. Denna resonans bestämmer, hur

långt frekvensområdet sträcker sig uppåt. Ju högre egenfrekvens, desto större frekvensområde. Om själva grammofon-nålen användes som ankare, faller resonansen på grund av den ringa massan mycket högt upp, men den avgivna spänningen blir liten. Vid de modernaste elektromagnetiska nålmikrofonerna användes en permanent, mycket liten safirnål, varigenom massan hos den vanliga nålen samt nålskruven elimineras. Ankaret är mycket litet, och egenfrekvensen blir ca 11 000 p/s.

Den andra resonansen inträffar vid egenfrekvensen för hela nålmikrofonen inklusive den arm, som uppbär denna. Hela detta system vibrerar, och frekvensen bestäms av massan hos systemet samt av styvheten i ankarets upphängningsanordning (gummipackningarna). Denna resonans bör falla långt ner på frekvensskalan; den bestämmer frekvensområdets utsträckning nedåt. Helst bör den falla under den lägsta inspelade frekvensen, ty den medför extra slitning av skivan. Detta är nästan detsamma som att säga, att ett hårt inspiant



Bilden till vänster visar i överdriven skala den genom nålens böjlighet möjliggjorda förstoringen av ankarets svängningsamplitud vid egenfrekvensen. Den förstörade amplituden skulle svara mot en amplitud i grammofonskivan, lika med avståndet mellan nålmikrofonens symmetrilinje och punkten A, men den verkliga amplituden i skivan är lika med avståndet mellan symmetrilinjen och punkten B. (Nålen följer spåret i skivan.) Den förstörade rörelsen hos ankaret vid egenfrekvensen ger förhöjd spänning vid denna frekvens, vilket framgår av frekvenskurvan (högra bilden; egenfrekvensen betecknad med f_r). Att spänningen stiger mot lägre frekvenser beror på armresonansen.

ankare (hårda gummipackningar; nålen trög i sidled) medför kraftig skivslitning.

Denna sistnämnda resonans brukar falla mellan ca 30—100 p/s, ibland högre. Den utnyttjas vanligen för att få spänningen att stiga i basen och därmed kompensera dämpningen av basregistret på skivan. (Se Grammofonskiva.) Bättre är emellertid att använda ett yttre korrektionsfilter för detta ändamål.

Elektromagnetiska nålmikrofoner kännetecknas därav, att den i spolen inducerade emk är proportionell mot lateralhastigheten hos ankaret (rörelsehastigheten i sidled). Grammofonskivorna äro även så gjorda, att denna hastighet är konstant ned till ca 300 p/s, där i stället amplituden blir konstant och är så för alla lägre frekvenser. (Se Grammofonskiva.)

Se f. ö. Nålmikrofon samt Mekaniska svängningar.

Elektromagnetisk skärmning. Skärmning eller avskärmning av elektromagnetiska fält, exempelvis fältet omkring en radio-spole eller en nättransformator. Antingen gäller det att begränsa fältet från en dylik apparatdetalj, så att det ej kan påverka andra spolar eller transformatorer i närheten, eller också gäller det att skydda en spole eller en transformator från störande elektromagnetiska fält. I båda fallen innesluter man spolen eller transformatorn i en metallkåpa, som för skärmning av högfrekventa magnetfält skall vara utförd av koppar eller aluminium (egentligen en metall med god elektrisk ledningsförmåga), för skärmning av lågfrekventa magnetfält utförd av en metall med god magnetisk ledningsförmåga, d. v. s. hög permeabilitet, såsom järn eller ännu hellre speciallegeringar.

Exempel på skärmning av högfrekventa magnetfält finns i varje radiomottagare med högfrekvens- eller mellanfrekvensförstärkning. Man bör emellertid observera, att i detta fall förefinnes samtidigt elektrostatiske skärmning. I annat fall skulle skärmburkarna ej behöva göras så täta som de äro; en sluten kopparring runt en hf-spole skärmar elektromagnetiskt men

icke elektrostatiskt. Skärmverkan beror på att det av spolen alstrade magnetfältet uppväcker en ström i kopparringen — vars axel skall sammanfalla med spolaxeln — och denna ström ger i sin tur upphov till ett nytt magnetfält, som är motriktat det ursprungliga. (Jmfr Elektromagnetisk induktion.) De båda magnetfälten upphäva i det närmaste varandra med avseende på den yttre omgivningen, och spolens inverkan på en annan spole i närheten är praktiskt taget eliminerad.

För att »skärmningen» skall bli effektiv, fordras att motståndet i kopparringen är så litet som möjligt, så att den i ringen inducerade strömmen blir kraftig. Det sekundära magnetfältet blir eljest ej tillräckligt starkt. Vid skärmburkar får det av denna anledning ej finnas någon skarv, som ej är lödd ordentligt. Burkar av aluminium måste pressas i ett stycke, och plåten bör vara tjock, så att motståndet blir litet. En på längden uppslitsad metalcylander användes ofta som elektrostatisk skärm mellan cylinderspolar. Den ger ingen elektromagnetisk skärmning, ty den bildar ej en sluten strömkrets.

Då en induktansspole införes i en skärmburk, minskas dels induktansen och dels godheten (Q -värdet) hos spolen. För att skärmburkens inverkan på spolen ej skall bli alltför stor, skall skärmburkens diameter vara åtminstone dubbelt så stor som spolens (utom vid järnkärnespolar), och motståndet i den strömkrets som skärmburken utgör skall vara så litet som möjligt. Skärmburken åstadkommer sålunda de minsta förlusterna i spolen (sänker Q -värdet minst), då den i burken inducerade strömmen är så stor som möjligt. En burk av tunn aluminiumplåt försämrar spolen mer än en burk av kopparplåt och skärmar sämre.

Exempel på skärmning av lågfrekventa magnetfält finns i lf-förstärkare, där ofta lf-transformatorerna måste skärmas, för att ej störningsspänningar skola induceras i dem av läckfälten från nättransformator och sildrosslar. I katodstråleoscillografer med inbyggt nätaggreat omgives katodstråleröret ofta

med en skärmcylinder, för att elektronstrålen ej skall påverkas av läckfälten från nätaggregatet. I båda dessa fall utgöres skärmmaterialet av en järnlegering med hög permeabilitet, eftersom det gäller lågfrekventa magnetfält.

Se även Skärmning, Skärmburk, Ringtransformator.

Elektromagnetisk strålning. Se Strålning (från antenner).

Elektromagnetisk telefon. Hörtelefon med elektromagnetiskt system. Detta kan vara enkel- eller dubbelverkande, vilket betyder att membranet eller ankaret påverkas från ena sidan resp. från båda sidorna. I sistnämnda fallet benämnes systemet även balanserat.

Den vanliga hörtelefonen, sådan den användes till exempelvis kristallmottagare, är av enkelverkande typ. Var och en av hörtelefondosorna innehåller en kraftig permanent magnet, böjd i halvcirkelform och försedd med polskor av mjukt järn. På dessa polskor äro lindningarna anbragta. Tätt framför polskorna ligger ett membran av järnplåt, inspännt runt periferien i telefondosan. På grund av attraktionen från polskorna buktar sig membranet i vila svagt in mot dessa.

Om nu en ström flyter genom lindningarna i ena riktningen, alstrar denna ström ett magnetfält som t. ex. förstärker fältet från den permanenta magneten, vilket gör att membranet suges närmare intill polskorna. En ström i motsatt riktning försvagar fältet och kommer membranet att i stället avlägsna sig ett litet stycke från polskorna. En växelström genom telefonen åstadkommer alltså, att membranet vibrerar omkring jämviktsläget i takt med strömmens periodtal.

Den permanenta magneten, som »polariserar» telefonen, är av stor betydelse, ty utan denna polarisation skulle membranet sugas intill polskorna under varje halvperiod i stället för att »stötas bort» under varannan och resultatet skulle bli att det av telefonen alstrade ljudet hade dubbelt så hög frekvens som växelströmmen i lindningen. Alla toner som återgavs av telefonen skulle alltså komma att ligga en oktav för högt.

Den vanliga telefonen utföres i regel höghörsig, med ett

motstånd av 1 000 à 2 000 ohm per dosa. Impedansen ökar hastigt med frekvensen. Lågohmiga telefoner användas t. ex. vid bryggmätningar.

Elektromagnetiska hörtelefoner ha mycket stor känslighet vid periodtal i närheten av 800 à 1 000 p/s. Frekvenskurvan är mycket dålig hos den vanliga typen och kan ej jämföras med frekvenskurvan hos en modern högtalare.

Se f. ö. Hörtelefon, Piezoelektrisk telefon, Elektrostatisk telefon etc.

Elektromagnetiska enheter. Se Enhetssystem.

Elektromagnetiska vågor. De elektromagnetiska vågorna utgöres av elektromagnetiska fält, som i takt med antennströmmens periodtal avsnöras från sändarantennen och med ljusets hastighet vandra ut i rymden. Det är speciellt radiovågorna som vi här tänka på. Dessa utgöra blott en grupp av de elektromagnetiska vågorna. Andra elektromagnetiska vågor äro just ljusvågorna, vilka således äro av precis samma natur som radiovågorna och ha samma fortplantningshastighet som dessa, 300 000 km/s. Detta är hastigheten i vakuum, men även i luft blir hastigheten densamma. I andra medier blir emellertid hastigheten lägre. Den är beroende av mediets elektriska och magnetiska egenskaper. Allra minst blir hastigheten i metall.

Utefter luftledningar fortplanta sig radiovågorna med i det närmaste samma hastighet som i luft. I jordkablar blir hastigheten mindre, i pupiniserade kablar en bråkdel av lufthastigheten. När det gäller ledningar är hastigheten dessutom till viss grad frekvensberoende, vilket den ej är i luft.

Mellan fortplantningshastighet, frekvens och våglängd råder sambandet:

$$\lambda = \frac{v}{f} \text{ eller } f = \frac{v}{\lambda},$$

där λ = våglängden i meter,

f = frekvensen i p/s,

v = hastigheten i meter/sek. = 3 10⁸ i luft.

Om en rundradiostation har en våglängd av 300 m, är frekvensen sålunda $3 \cdot 10^8 / 300 = 1\,000\,000$ p/s = 1 000 kc/s.

Se vidare Radiovågor's utbredning, Radiovågor's absorption, Elektromagnetiskt fält, Våglängd, Frekvens, Etern.

Elektromagnetiskt fält. Fältet omkring en sändarantenn är ett kombinerat elektriskt och magnetiskt fält, s. k. elektromagnetiskt fält. Det elektriska delfältet har sin orsak i växelspänningen mellan antenn och jord, det magnetiska sin orsak i växelströmmen i antennen. Fälten växla styrka och riktning i takt med spänningen resp. strömmen.

De elektromagnetiska vågorna utgöras av dylika kombinerade fält, som periodiskt avskiljas från antennen och utstråla i rymden med ljusets hastighet.

Det elektriska delfältet vid sändarantennen kan tänkas sammansatt av elektriska kraftlinjer, som sträcka sig mellan antennen och jordytan. Vid jordytan äro de vertikala. Det magnetiska delfältet kan tänkas sammansatt av magnetiska kraftlinjer, som sluta sig i cirklar runt antennen. Dessa kraftlinjer bli alltså horisontella. (Vi tänka oss en vertikal sändarantenn.) Samma orientering behålla kraftlinjerna i vågen, så att de elektriska kraftlinjerna äro vertikala (eller något framåtlutande), de magnetiska horisontella.

Efter avskiljandet från antennen bilda de elektriska kraftlinjerna öglor, som sluta sig genom jordytan.

Ett elektromagnetiskt fält utbildar sig i omgivningen av varje strömgennomfluten ledare.

Ofta talar man om det magnetiska delfältet som »elektromagnetiskt» och om det elektriska delfältet som »elektrostatiskt», trots att det ej är fråga om statiska fält utan om växelfält. På samma sätt talar man om elektromagnetisk resp. elektrostatisk skärmning när det är fråga om skärmning av magnetiska resp. elektriska fält.

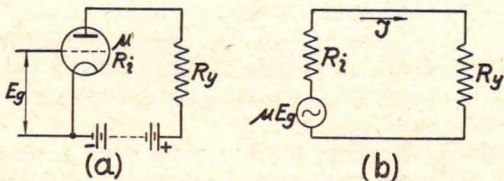
Elektromagnetiskt högtalarsystem. Ett drivsystem för högtalare, som grundar sig på den magnetiska attraktionen av ett järnankare i ett magnetfält. Ett dylikt system kan vara enkel-

eller dubbelverkande. Det enklaste systemet motsvarar det i elektromagnetiska hörtelefoner. Numera förekomma blott balanserade system i högtalare. (Se Balanserat högtalarsystem.)

Elektrometer. Se Bladelektrometer.

Elektrometerrör. Ett elektronrör av speciell konstruktion, avsett för mätändamål. Förekommer t. ex. ibland i rörvoltmetrar. Utmärkande för elektrometerrör är bl. a. att de drivas med mycket låg anodspänning och uppvisa en försvinnande liten jonström. De ha mycket högre vakuum än vanliga radiorör.

Elektromotorisk kraft (förkortas emk). Den i galvaniska element, ackumulatorer samt elektriska generatorer förefintliga kraft, som driver en elektrisk ström genom den yttre strömkrets, som anslutes till strömkällan i fråga. Den elektromotoriska kraften mätes liksom spänningsfall och potentialdifferens i volt. Man måste skilja mellan emk och polspänning hos strömkällan. Endast i obelastat tillstånd (ingen yttre krets ansluten) är polspänningen lika med strömkällans emk. Vill man mäta emk:n, måste man därför använda en voltmeter utan egenförbrukning eller åtminstone en vars inre motstånd är mycket stort i förhållande till strömkällans inre motstånd, i vilket fall man får ett värde, som praktiskt taget är lika med emk:n.



Elektronrör med motståndsbelastning i anodkretsen (a) samt ekvivalentschema (b), där röret ersatts med en generator med en $emk = \mu E_g$ samt ett inre motstånd $= R_i$. Härvid är μ rörets förstärkningsfaktor, R_i dess inre motstånd samt E_g den gallret påtryckta växelspänningen.

Figuren visar ett exempel från radiotekniken, ett elektronrör som motståndskopplad spänningsförstärkare samt ekvivalentschema till detta. På gallret inmatas en växelspänning E_g , som i anodkretsen ger en $emk = \mu E_g$, där μ är rörets förstärkningsfaktor. I ekvivalentschemat är röret ritat som en växelströmsgenerator med inre motståndet R_i och $emk = \mu \cdot E_g$. Man ser att denna emk delar upp sig över inre och yttre motstånden, och man kan blott taga ut till nästföljande rör den del av $emk:n$, som faller över yttre motståndet (anodmotståndet) R_y . Denna del svarar mot polspänningen hos en generator eller ett galvaniskt element. Å andra sidan är det den elektromotoriska kraften $\mu \cdot E_g$ som driver fram växelströmmen i kretsen. Känner man denna emk samt motstånden R_i och R_y , kan man beräkna strömmens storlek. Den blir $I = \mu E_g / (R_i + R_y)$.

Se även Elektromagnetisk induktion, Inducerad emk , Polspänning.

Elektron. Den minsta negativa laddning som kan existera. Elektronen består praktiskt taget endast av en elektrisk laddning. Dess massa är försvinnande liten. Man kan därför säga att elektronerna äro elektricitet. Elektroner i rörelse utgöra elektrisk ström. Om en ledningstråd inkopplas mellan polerna på ett elektriskt element, så dragas elektronerna, eftersom de äro negativt laddade, mot den positiva polen. Så länge elementet har någon polspänning, fortsätta elektronerna att flyta genom ledningstråden och elementet, runt kretsen. Egentligen äro ju elektronerna förankrade i atomen, där de kretsas i banor runt atomkärnan, men då de utsättas för en elektrisk spänning som i exemplet här ovan, vandra de från atom till atom längs ledaren.

Strömmen av elektroner går i den yttre kretsen från elementets negativa pol till den positiva. Emellertid har man kommit överens om, att den »elektriska strömmen» går från pluspolen till minuspolen i den yttre kretsen, alltså i omvänd riktning mot elektronströmmen. Man kan ju säga att elektronströmmen är en negativ ström — en strömning av negativa

elektricitetspartiklar — och den elektriska strömmens positiva riktning blir alltså motsatt elektronernas rörelseriktning.

I vakuum kunna elektronerna förekomma alldeles fritt, d. v. s. helt skilda från atomerna. Detta är fallet vid alla elektronrör.

Se f. ö. Atom, Anodlikström, Elektronemission.

Elektrondans. Se Elektrisk elektrondans samt Magnetisk elektrondans.

Elektronemission. Om en metalltråd, t. ex. glödtråden i ett högt temperaturrör, uppvärms i vakuum till hög temperatur, få elektronerna så stor rörelsehastighet, att de förmå tränga igenom metallens yta. Elektronerna frigöres således från katoden och gå ut i det lufttomma rummet, som begränsas av glasballongen. Man säger att katoden emitterar elektroner, och företeelsen benämnes elektronemission.

Man kan även på annat sätt än genom upphettning få metaller att emittera elektroner i vakuum. Vissa alkalimetaller emittera sålunda elektroner vid belysning, d. v. s. då metall-ytan träffas av ljusvågor. På detta fenomen är den fotoelektriska cellen grundad.

Ibland talas om att emissionen hos ett elektronrör är så och så stor. Härvid avses den maximala emissionsström eller rättare urladdningsström som röret kan giva, vilken benämnes mättningsström.

Se även Emissionsström, Urladdningsström, Mättningsström, Elektronrör, Högtemperaturrör, Lågtemperaturrör.

Elektronkamera. En televisionskamera, uppfunnen av Farnsworth. Den består av en metallskärm, belagd med ett ämne, som vid belysning utsänder elektroner. (Se Elektronemission.) Med hjälp av en lins kastas på skärmen den bild man vill televisera, liksom i en fotografikamera bilden kastas på den fotografiska plåten. Skärmen i elektronkameran emitterar vid belysning elektroner, och emissionen är i varje punkt av skärmen proportionell mot belysningen, d. v. s. ljusstyrkan. Genom ett system av elektronlinser bringas elektronerna att

gå ut vinkelrätt mot skärmen, och de komma därför att bilda ett elektronknippe, vars intensitet eller täthet i varje punkt av tvärsnittet är proportionell mot belysningen av motsvarande punkt på skärmen. Knippet »avsökes» eller analyseras medelst en punktformig elektrod. Denna är fast men i stället avböjes hela elektronknippet i horisontell och vertikal led, liksom elektronstrålen avböjes i ett katodstrålerör. Varje punkt av elektronknippet passerar sålunda avsökningselektroden i tur och ordning, och en ström flyter genom denna, proportionell mot elektrontätheten och därmed mot belysningen. Strömmen förstärkes och får modulera televisionssändaren.

Elektronkameran är givetvis inrymd i en evakuerad glaskolv. Se även Ikonoskop.

Elektronkopplad oscillator. Detta är ej någon speciell oscillatorkoppling. Uttrycket avser endast ett sätt för koppling av oscillatorn till den yttre belastningskretsen. En missuppfattning råder emellertid beträffande detta uttryck, i det att oscillatorn i fig. (a) ibland går, under benämningen elektronkopplad oscillator, ehuru den är en vanlig Hartley- eller

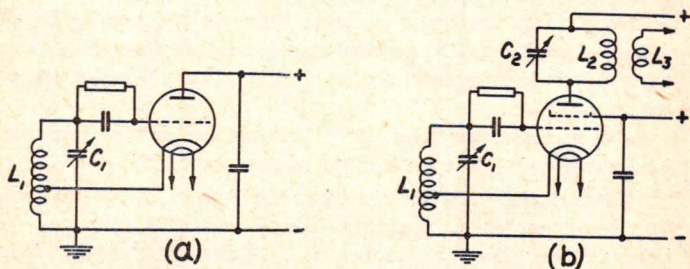


Fig. (a) visar en vanlig trepunktskoppling, fastän med anoden jordad (ur växelströmssynpunkt) i stället för katoden. Anordningen benämnes ibland felaktigt elektronkopplad oscillator. Fig. (b) visar en elektronkopplad oscillator med skärmgallerör. Anodkretsen L_2C_2 måste skärmas elektrostatiskt och elektromagnetiskt från gallerkretsen L_1C_1 .

trepunktskoppling, blott med den skillnaden att anoden jordats (via en kondensator) i stället för katoden.

Förklaringen till denna missuppfattning ger fig. (b), som visar en elektronkopplad oscillator med ett skärmgallerrör. Själva oscillatorkopplingen är densamma som i fig. (a), i det att skärmgallret tjänstgör som anod i oscillator delen av röret. I stället för att taga ut effekt från svängningskretsen L_1C_1 (genom att koppla spolen L_3 till L_1) tar man ut effekt från skärmgallerrörets anodkrets, där man lagt in svängningskretsen L_2C_2 . Fördelen härmed är, att den yttre belastningskretsen, i vilken L_3 ingår, ej kan återverka på oscillatorns svängningskrets L_1C_1 , varför den av oscillatorn alstrade frekvensen blir oberoende av belastningen. Detta skulle den ingalunda vara, om L_3 kopplades till L_1 .

Om man bortser från den ytterst obetydliga anod-gallerkapaciteten i skärmgallerröret, bli kretsarna L_1C_1 och L_2C_2 endast kopplade med varandra genom elektronströmmen, och eftersom denna är enkelriktad, kan kretsen L_1C_1 påverka kretsen L_2C_2 men ej omvänt. Detta är alltså elektronkoppling. Skärmgallret utgör en jordad skärm mellan oscillator delen och utgångsdelen.

Om oscillatorn är nätansluten och anod- och skärmgaller-spänningarna uttagas från olika punkter på en spänningsdelare, så blir vid ett visst förhållande mellan dessa spänningar den alstrade frekvensen oberoende — inom vissa gränser — av variationer i nätspänningen. Detta är en stor fördel, som endast kan uppnås vid användning av tetroder. Med pentoder går det ej.

Elektronkopplingen enl. fig. (b) kommer mest till sin rätt vid rör med anoduttag i toppen. I annat fall fås en kapacitiv koppling mellan anod och katod i rörsockel och -hållare.

Galler- och anodkretsarna måste skärmas såväl elektostatiskt som elektromagnetiskt från varandra, ty eljest är ju det hela meningslöst.

Kopplingen i fig. (b) gäller närmast för en sändare, där

spolen L_3 kan tänkas inkopplad i sändarantennen eller där ett eller flera högfrekvensförstärkarrör följa efter det visade oscillatorröret. Om oscillatorröret är en triod, t. ex. enl. fig. (a), kan ett skärmgallerrör eller en högfrekvenspentod inkopplas mellan oscillatoren och det efterföljande förstärkarröret. (Se Buffertrör.)

Elektronkoppling användes ibland mellan oscillator- och blandarrören vid superheterodynmottagare för kortvåg, då dessa ha separat oscillatorrör. Härvid är oscillatoren kopplad enl. fig. (b), men kretsen L_2C_2 är ersatt med ett motstånd, över vilket spänningen uttages och tillföres ett galler i blandarröret.

I de moderna blandarrören (heptoder och oktoder) förefinnes elektronkoppling mellan oscillatordelen och modulatordelen. (Se Heptod resp. Oktod.)

Se även Blandarrör samt Buffertrör.

Elektronkopplad vågmeter. En vågmeter eller frekvensmeter med skärmgallerrör, kopplad enligt fig. (b) under Elektronkopplad oscillator, dock med ett motstånd i anodkretsen i stället för svängningskretsen L_2C_2 . Den av vågmetern alstrade frekvensen uttages från anoden via en mycket liten kondensator och tillföres den indikator, som användes vid frekvensbestämningen, t. ex. en radiomottagare.

Fördelen med elektronkopplingen är att den till vågmetern kopplade indikatorn eller apparaten ej inverkar på den alstrade frekvensen, varför man alltid kan lita på att kalibreringen gäller. På grund av möjligheten att göra frekvensen oberoende av variationer i anodspänningen (se Elektronkopplad oscillator) kan vågmetern utföras nätansluten, utan att glimstabilisator eller annan anordning erfordras.

Ofta får den elektronkopplade vågmetern arbeta i klass C, alltså med stor galleramplitud, varigenom anodströmmen blir rik på övertoner, vilka för kalibreringsändamål kunna uttagas från anoden på skärmgallerröret. Intet hindrar emellertid att anordningar för amplitudbegränsning användas, och detta är vid högsta fordringar på frekvenskonstans ofrånkomligt.

Härvid arbetar oscillatorn med små amplituder (klass A) och blir mindre rik på övertoner.

Ett annat sätt att göra vågmetern oberoende av belastningen är att använda ett buffertrör mellan vågmetern och den anslutna apparaten.

Se för övrigt Elektronkopplad oscillator.

Elektronkoppling. Se Elektronkopplad oscillator samt Elektronkopplad vågmeter.

Beträffande blandarrör med elektronkoppling, se Heptod, Oktod, Hexod-triod etc.

Elektronlins. Benämning på ett system av elektroder i ett katodstrålerör av högvakuumtypen, vilket system verkar på »elektronstrålarna» på samma sätt som en optisk lins på ljusstrålar, d. v. s. bringar dem att konvergera eller divergera eller med andra ord bryter dem samman eller isär. Elektronlinsen eller -linserna i katodstråleröret bryter samman de från katoden utgående elektronstrålarna till en punkt på fluorescensskärmen, där som följd av elektronbombardemanget en lysande fläck alstras.

Vid gasfyllda katodstrålerör sker koncentrationen av elektronstrålarna på annat sätt. (Se Katodstrålerör.)

Elektronmultiplikator. Ett elektronrör av speciell typ, vars verkan beror på sekundäremission. Röret har en fotoelektrisk katod K (se figuren), som vid belysning avger elektroner. Dessutom finnas ett flertal elektroder, betecknade med A_1 , A_2 etc. i figuren, vilka alla utom den sista äro belagda med ett kraftigt sekundäremitterande ämne. Den sista elektroden i ordningen, A_4 , tjänstgör som anod i röret. Elektroden A_1 är positiv i förhållande till katoden, A_2 positiv i förhållande till A_1 o. s. v. Dessa elektroder ha alltså efter ordningsnumret stigande potential, och anoden A_4 har högsta potentialen i förhållande till katoden.

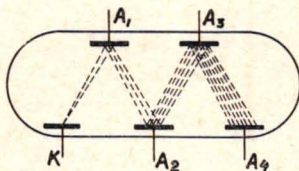
De elektroner som vid belysning av katoden K emitteras från denna, attraheras mot elektroden A_1 och slå vid kollisionen med denna ut ett antal sekundärelektroner, t. ex. fem stycken

per primärelektron. Dessa nya elektroner, femdubblade till antalet, attraheras nu mot elektroden A_2 , ur vilken var och en av elektronerna slår ut fem nya elektroner o. s. v. Vid varje elektrod femdubblas således elektronantalet, så att elektronströmmen blir i vårt exempel förstärkt 125 gånger efter det den lämnat katoden. Den förstärkta strömmen uttages genom anoden A_4 . Om belysningen av katoden K varierar i styrka, kommer strömmen genom A_4 att variera på samma sätt.

Katoden K och elektroden A_1 kunna tillsammans betraktas som en fotocell. Den i denna fotocell alstrade strömmen kan givetvis förstärkas på vanligt sätt med hjälp av en elektronrörsförstärkare. Fördelen med elektronmultiplikatorn är emellertid, att störningsnivån blir mycket låg. Med ett vanligt förstärkarrör efter fotocellen $K-A_1$ skulle kopplingsimpedansen giva upphov till störningar (genom elektronernas värmerörelser), men i elektronmultiplikatorn förekomma inga kopplingsimpedanser förrän efter anoden A_4 , och där är signalspänningen så stor, att de nämnda störningarna ej kunna göra sig gällande.

Det är just den låga störningsnivån som möjliggör de stora förstärkningsgrader, varom det här är fråga. Man kan med elektronmultiplikatorn komma upp till en förstärkning av 100 000 eller en miljon gånger.

Det praktiska utförandet är ej så enkelt som figuren anty-



Schematisk bild, visande principen för en elektronmultiplikator. K är den fotoelektriska katoden, A_1 , A_2 och A_3 sekundäremitterande anoder samt A_4 huvudanod. Vid var och en av de sekundäremitterande anoderna förstärkes elektronströmmen 5 å 10 gånger.

der. Av betydelse är att elektronerna från K gå just till A_1 och ej till A_2 eller A_3 , ty i så fall uppnås ju ej den avsedda verkan. Därför avböjas eller riktas elektronerna i bestämda banor med hjälp av elektriska och magnetiska fält. Elektronlinser kunna t. ex. användas för detta ändamål.

Se f. ö. Fotocell.

Elektronrör. Ett urladdningsrör, i vilket luftförtunnningen drivits så långt, att elektricitetsledningen genom röret sker uteslutande med hjälp av elektroner. I röret råder då ett mycket högt vakuum.

Ett elektronrör utgöres av en evakuerad glasballong eller — vid metallrör — av en evakuerad metallbehållare, inuti försedd med en glödkatod samt ytterligare en eller flera elektroder. Glödkatoden, som upphettas elektriskt från en yttre strömkälla, glödströmsbatteriet, har till uppgift att emittera elektroner. Dessa bilda intill katoden en rymdladdning, från vilken ett större eller mindre antal elektroner drages över till den eller de andra elektroderna, d. v. s. endast om dessa ha positiv potential i förhållande till katoden. Mellan katoden och dessa positiva elektroder flyter då en elektronström. Den positiva potentialen åstadkommes medelst ett anodbatteri, vars pluspol anslutes till elektroden i fråga. Minuspolen anslutes till katoden, som anses ha nollpotential.

Samtliga elektroder i röret bilda ett elektrodsystem. Karakteristiskt för detta är att katoden befinner sig längst in. Den omgives av alla de andra elektroderna. Närmast katoden komma ett eller flera galler, försåvitt det ej är fråga om en diod eller ett likriktarrör, i vilket fall katoden endast omgives av en anod. Utanför gallren kommer anoden eller kanske rättare huvudanoden.

Gallren ha olika uppgifter i röret och benämnas efter dessa styrgaller, skärmgaller, bromsgaller, rymdladdningsgaller etc. Genom att åt gallren giva viss potential, positiv eller negativ, i förhållande till katoden, kan man få dem att påverka elek-

tronströmmen mellan katod och anod på önskat sätt. (Se Triod, Tetrod etc.)

Inom elektrodsystemet alstras på grund av elektrodernas potentialer ett elektrostatiskt fält, vars kraftlinjer slingra sig på ganska invecklat sätt mellan de metalltrådar, varav gallren äro utförda. Fältets beskaffenhet är beroende av de olika gallrens placering samt av potentialen på dessa. Det elektrostatiska fältet bestämmer elektronernas banor.

Vissa nya rör, s. k. strålrör, äro delvis uppbyggda på annat sätt än det ovan angivna.

Elektronrören åstadkommo på sin tid en revolution inom radiotekniken, i det att de kunde användas som svängningsalstrare, förstärkare och detektorer. Tidigare kunde de för telefoni erforderliga kontinuerliga vågorna visserligen alstras med Poulsens ljusbågsgenerator, men någon förstärkning av de mottagna högfrekventa signalerna kunde ej åstadkommas. Elektronrören ligga till grund för hela den moderna radiotekniken.

Elektronröret kan liknas vid ett tröghetsfritt relä. De rörliga delarna, elektronerna, ha praktiskt taget ingen massa och kunna därför följa de hastigaste variationer. En gräns finnes dock vid mycket höga frekvenser (ultrakorta vågor), där elektronerna ej längre hinna följa med. (Se närmare härom under Triod.)

Se vidare Elektronemission, Elektronström, Anodlikström, Mättningsström, Diod, Triod, Tetrod, Pentod, Hexod, Heptod, Oktod, Högtemperaturrör, Lågtemperaturrör, Direkt uppvärmt rör, Indirekt uppvärmt rör etc.

Elektronrörets konstanter. Elektronrör med styrgaller, alltså trioder, tetroder, pentoder o. s. v., ha tre s. k. konstanter, nämligen branthet, förstärkningsfaktor och inre motstånd. Dioden, som är ett rör utan förstärkningsegenskaper, har inre motstånd, men saknar givetvis både branthet och förstärkningsfaktor.

Dessa tre »konstanter» äro i själva verket inga konstanter, ty de variera med spänningarna på rörets elektroder. Dock är vid en triod förstärkningsfaktorn ganska konstant, så att man vanligen kan räkna med den av rörfabrikanten uppgivna siffran. Däremot variera både brantheten och inre motståndet starkt med de pålagda spänningarna. Vid andra rörtyper varierar även förstärkningsfaktorn kraftigt med spänningarna på elektroderna.

Trots att »konstanterna» sålunda äro ganska obestämda, angivas de av rörfabrikanten i rörtabellerna med bestämda värden. Detta har sin förklaring däri, att dessa uppgifter hänföra sig till vissa bestämda värden på elektrodernas spänningar, vanligen de värden, med vilka röret är avsett att arbeta i praktiken.

Beträffande sambandet mellan de tre rörkonstanterna, se Rörformel.

Se vidare Elektronrörs branthet, Elektronrörs förstärkningsfaktor, Elektronrörs inre motstånd samt Genomgrepp.

Elektronrörs branthet. Brantheten är en av elektronrörets »konstanter». Den anger hur många mA anodströmmen ändrar sig, då spänningen på styrgallret ändras en volt. (Styrgallerspänningen inverkar kraftigt på anodströmmen; se Triod.) Brantheten uttryckes följaktligen i mA/V.

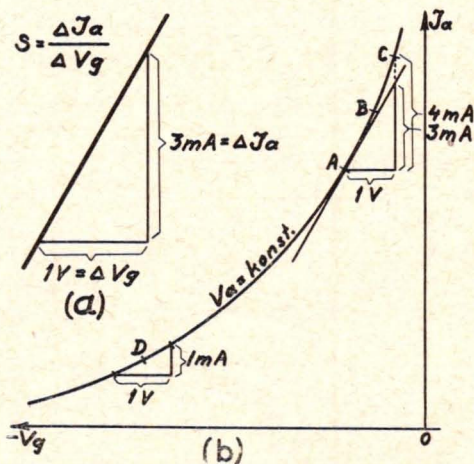
Brantheten åskådliggöres av anodström-gallerspänningskurvan (se Rörkaraktistik), i det att den direkt angives av denna kurvas lutning. »Brantheten» hos ett elektronrör är alltså detsamma som brantheten eller lutningen hos rörets anodström-gallerspänningskurva. Tager man upp denna kurva experimentellt, kan man således på kurvan uppmäta brantheten. Hur detta göres framgår av figuren. Vid (a) blir brantheten 3 mA/V. I verkligheten är kurvan dock krökt, som framgår av figuren (b). Om man utgår från punkterna A eller C och minskar resp. ökar den negativa gallerspänningen 1 volt, så får man ett värde på brantheten av 4 mA/V, som svarar mot en mellanliggande punkt, t. ex. B. Brantheten i

punkten A är, som framgår av figuren, 3 mA/V, och brantheten i punkten C är större än 4 mA/V, vilket inses, om en tangent till kurvan drages genom C.

Om ändringarna i anodström och gallerström betecknas med ΔI_a resp. ΔV_g , blir brantheten, matematiskt uttryckt:

$$S = \left(\frac{\Delta I_a}{\Delta V_g} \right) V_a = \text{konst.}$$

Anodspänningen skall under mätningen hållas konstant, så att man hela tiden rör sig på samma anodström-gallerströmskurva.



Ett elektronrörs branthet är lutningen hos anodström-gallerströmskurvan, uttryckt i milliampère per volt. I fig. (a), som visar en liten del av kurvan, är brantheten 3 mA/V. Fig. (b) visar en större del av kurvan, som i verkligheten ej är rak utan böjd hela vägen, dock mest i nedre änden (kurvans »nedre krök»). Utefter hela kurvan är anodspänningen konstant, d. v. s. denna spänning hålles konstant, då kurvan uppmätes. Brantheten är ändring i anodström dividerad med motsvarande ändring i gallerförspanningen vid konstant anodspänning.

Genom att vid mätningen använda en mindre galler-spänningsändring än 1 volt får man noggrannare resultat, men härvid bör man övergå till mätning med växelström i en mätbrygga. Ofta ger dock den ovan angivna metoden med likström tillräcklig noggrannhet i praktiken.

Man behöver ej taga upp hela anodström-galler-spänningskurvan utan blott bestämma de två punkterna A och C i fig. (b).

Att brantheten kan variera starkt med gallerförspänningen framgår av fig. (b). Upptill på kurvan är brantheten 4 mA/V, men i en punkt D nedtill på kurvan är den blott 1 mA/V.

Man måste skilja mellan statisk branthet och dynamisk branthet. Den statiska brantheten är det som ovan omtalats, och det är även den som angives i rörtabellerna. Den gäller utan anodbelastning, alltså med anodkretsen kortsluten ur växelströmssynpunkt.

Den dynamiska brantheten eller arbetsbrantheten är den man får, om man mäter med en belastning i anodkretsen, t. ex. ett anodmotstånd vid motståndskopplade rör eller en högtalare vid slutrör. Den dynamiska brantheten är alltid mindre än den statiska, men vid pentoder är skillnaden ej så stor. Den dynamiska brantheten måste mätas med växelström.

Den dynamiska brantheten kan i ett specialfall bestämmas på samma sätt som den statiska, med likström, nämligen då anodbelastningen är rent ohmsk. (Se Dynamisk karakteristika.) Härvid uppmätes brantheten hos den dynamiska kurvan eller karakteristikan.

I rörtabeller uppges ibland två olika värden på den statiska brantheten, dels en »maximal» branthet, dels en »normal» branthet. Den »maximala» brantheten är då mätt vid galler-spänningen noll, under det att den »normala» brantheten är mätt vid den gallerförspänning, som röret är avsett att arbeta med i praktiken. Anodspänningen är densamma i båda fallen och lika med den högsta användbara. Tydligt är det den

»normala» brantheten man skall rätta sig efter; den »maximala» har endast betydelse ur reklamsynpunkt.

Ibland förekommer uppgiften: »branthet i arbetspunkten». Detta är samma sak som den »normala» brantheten och får ej förväxlas med arbetsbranthet eller dynamisk branthet. (Se Arbetspunkt.)

Brantheten betecknas med bokstaven S och anges enl. ovan i mA/V . I Amerika användes i stället enheten »micromhos», som förkortas » μ -mhos». Den är detsamma som $\mu\text{A/V}$ och är alltså tusendelen av enheten mA/V . Om i en amerikansk rörtabell står 1500 μ -mhos, så är brantheten 1,5 mA/V . (Se »Mho» samt »Micromho».)

Se vidare Triod, Pentod, Dynamisk branthet etc.

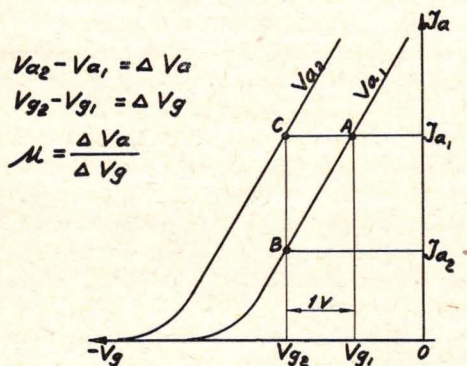
Elektronrörs förstärkningsfaktor. Förstärkningsfaktorn är en av elektronrörets »konstanter» och den enda som gör skäl för att kallas konstant. Vid trioder kan man nämligen under vanliga förhållanden anse förstärkningsfaktorn konstant; den varierar med gallerförspänningen, ehuru ganska obetydligt. Vid tetroder, pentoder o. s. v. är förstärkningsfaktorn däremot ej konstant utan varierar avsevärt med spänningarna på rörets elektroder. Det är ej endast vid s. k. variabelmyrör som förstärkningsfaktorn varierar med t. ex. gallerförspänningen utan även vid »rör utan variabel förstärkningsfaktor», som de övriga tetroderna och pentoderna ofta kallas. Skillnaden är blott den att förstärkningsfaktorn (eller kanske rättare brantheten) vid variabelmyrör ändrar sig efter en speciell kurva, då man varierar gallerförspänningen. (Se Exponentialrör.)

Som bekant inverka både anodspänningen och gallerförspänningen på anodströmmen, men gallerförspänningen har kraftigare inverkan än anodspänningen. (Se Triod.) En gallerförspänningsändring av t. ex. 1 V ger kanske lika stor ändring i anodströmmen som en anodspänningsändring av 15 V. I så fall är förstärkningsfaktorn lika med 15.

Förstärkningsfaktorn hos ett elektronrör anger nämligen

hur många volt anodspänningen behöver ändras för att man skall få samma inverkan på anodströmmen som av 1 volts ändring i gallerspänningen.

Denna sak kan åskådliggöras genom ett anodström-gallerspänningsdiagram enl. figuren. (Se även Rörkaraktistik.) De båda anodström-gallerspänningskurvorna representera två olika anodspänningar V_{a1} och V_{a2} , av vilka V_{a2} är den högre. Om vi utgå från punkten A, belägen på kurvan V_{a1} , vilken punkt bestämmes av gallerspänningen V_{g1} , så har anodströmmen i denna punkt ett visst värde I_{a1} . Vi notera detta värde och göra därefter gallerspänningen 1 V mera negativ, så att den får värdet V_{g2} . Härvid sjunker anodströmmen, så att vi komma till punkten B. (Anodspänningen är fortfarande lika med V_{a1} .) Vi skola nu se, hur mycket vi behöva höja anodspänningen för att återföra anodströmmen till utgångsvärdet I_{a1} . Tydligt skall anodspänningen höjas till V_{a2} , ty vi komma då till punkten C, som ligger på samma höjd som A



Förstärkningsfaktorn är ändring i anodspänning dividerad med motsvarande ändring i gallerförs্পänningen vid konstant anodström. Små ändringar i anodspänning etc. angivas genom prefixet Δ före resp. beteckningar. (Δ är den grekiska bokstaven delta.)

och därför representerar samma anodström I_{a1} . Ändringen i anodspänning blir därför $V_{a2}-V_{a1}$.

En viss bestämd ändring i anodströmmen, nämligen från I_{a1} till I_{a2} (eller omvänt) kan alltså åstadkommas antingen genom att ändra gällerspänningen med beloppet $V_{g2}-V_{g1}$ (som var lika med 1 V) eller genom att ändra anodspänningen med beloppet $V_{a2}-V_{a1}$. Om detta sistnämnda belopp uppgår till låt oss säga 25 V, så är rörets förstärkningsfaktor lika med 25.

Betecknas ändringarna i anod- och gällerspänning med ΔV_a resp. ΔV_g , blir nämligen förstärkningsfaktorn, matematiskt uttryckt:

$$\mu = \left(\frac{\Delta V_a}{\Delta V_g} \right) I_a = \text{konst.}$$

Man kan naturligtvis i praktiken mäta ett rörs förstärkningsfaktor på detta sätt, ehuru ej med någon större noggrannhet. Genom att göra gällerspänningsändringen mindre än 1 V ökar man noggrannheten. I praktiken mätes förstärkningsfaktorn med hjälp av en mätbrygga.

Ovan har nämnts, att förstärkningsfaktorn praktiskt taget är en konstant vid trioder. Där bestämmes nämligen förstärkningsfaktorn huvudsakligen av elektrodsystemets geometriska uppbyggnad.

Vid tetroder och pentoder etc. varierar förstärkningsfaktorn med spänningarna på elektroderna. I rörtabellerna uppgives emellertid ofta ett bestämt värde på förstärkningsfaktorn, och detta värde gäller då för den av rörfabrikanten rekommenderade arbetspunkten.

Förstärkningsfaktorn betecknas med den grekiska bokstaven μ (my).

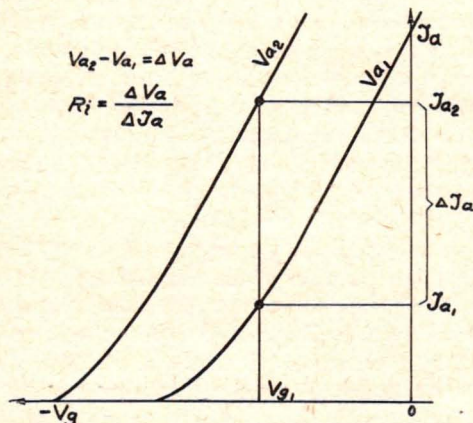
Se vidare Triod, Pentod etc. Se även Elektromotorisk kraft.

Elektronrörs genomgrepp. Se Genomgrepp.

Elektronrörs inre motstånd. Inre motståndet är en av elektronrörets »konstanter». Det är dock i likhet med brantheten ingalunda konstant utan varierar i hög grad med spänningarna på rörets elektroder. När i rörtabeller uppgives ett bestämt

värde på inre motståndet, avses inre motståndet i arbetspunkten.

Inre motståndet hos elektronrör är växelströmsmotståndet mellan anod och katod, således ej likströmsmotståndet. Det sistnämnda är lika med förhållandet mellan anodlikspänningen och anodlikströmmen (i enlighet med Ohms lag). Växelströmsmotståndet däremot är lika med förhållandet mellan varandra motsvarande ändringar i dessa båda storheter. (Gallerspänningen antages konstant.) Detta åskådliggöres av figuren, som visar anodström-gallerspänningskurvorna för två olika stora anodspänningar V_{a1} och V_{a2} , den senare något större än den förra. (Ändringarna skola vara små.) Då vi ändra anodspänningen från värdet V_{a1} till värdet V_{a2} , under det att gallerspänningen hålles konstant vid värdet V_{g1} , få vi motsvarande ändring av anodströmmen, som ökar från värdet I_{a1} till värdet I_{a2} . Änd-



Inre motståndet är ändring i anodspänning genom motsvarande ändring i anodströmmen vid konstant gallerförspänning. Figuren visar tvenne anodström-gallerspänningskurvor, med vilkas hjälp inre motståndet kan bestämmas på grafisk väg.

ringarna betecknas med $\triangle Va$ resp. $\triangle Ia$ och inre motståndet blir

$$R_i = \left(\frac{\triangle Va}{\triangle Ia} \right) Vg = \text{konst}$$

För att man skall få ett noggrant värde på inre motståndet i en viss punkt, måste ändringarna i anodspänning och anodström vara små. Detta villkor uppfylles lättast genom mätning med växelström i en mätbrygga.

Inre motståndet betecknas vanligen med R_j , ibland med den grekiska bokstaven ϱ (ro). Det mätes i ohm.

Se även Elektronrörets konstanter, Triod, Tetrod, Pentod o. s. v., Elektronrör samt Elektromotorisk kraft.

Elektronrörets karakteristikor. Se Rörkarakteristika, Statisk karakteristika, Dynamisk karakteristika.

Elektronström. All elektrisk ström består i en transport av elektroner. När man talar om elektronström, tänker man dock närmast på den ström som flyter mellan katod och anod i ett elektronrör och som utgöres av fria elektroner i vakuum. Elektronerna gå från katoden till anoden, men den elektriska strömmen (anodströmmen) säges gå från anoden till katoden.

Se även Anodlikström samt Jonström.

Elektroskop. Se Bladelektroskop.

Elektrostatisk adhesion. (Elektrostatisk vidhäftningskraft.) Utnyttjades i Johnsen-Rahbek-högtalaren. (Se detta ord.)

Elektrostatisk högtalare. Denna grundar sig på attraktionen mellan två elektriskt laddade kroppar. I figur (a) är M en tunn metallbeläggning, utfälld på en gummihinna G. Denna hinna är i sin tur anbragt på en metallskiva E. Mellan de båda av gummihinnan från varandra isolerade elektroderna M och E lägges en likspänning om t. ex. 500 V. Härigenom uppstår en attraktionskraft mellan elektroderna, som gör att gummihinnan något sammanpressas. Elektroden M, som utgör den elektrostatiska högtalarens membran, kommer alltså något närmare den fasta elektroden E, så snart polarisationsspänningen pålägges.

Om nu spänningen sänkes till 400 V, blir attraktionskraften mindre, och membranet M avlägsnar sig en aning från elektroden E, d. v. s. gummit sammanpressas ej i samma grad som för 500 V. Om spänningen däremot höjes till 600 V, så sammanpressas gummit mera än i 500-voltsläget, så att M nu kommer närmare E än i viloläget. (Med viloläge avses läget vid 500 V spänning.) Genom att på likspänningen (500 V) överlagra en växelspänning med t. ex. 100 V amplitud, kunna vi följaktligen åstadkomma, att membranet M svänger i takt med denna växelspänning, d. v. s. vi få en ton med växelspänningens periodtal.

Fig. (d) visar i princip hur den elektrostatiske högtalaren inkopplas till slutröret i en lågfrekvensförstärkare. I praktiken är anodspänningen otillräcklig som polarisationsspänning.

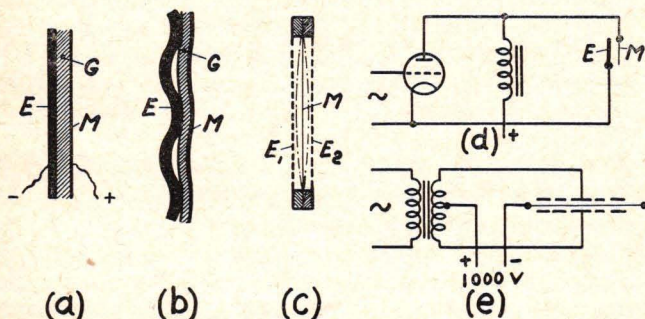


Fig. (a) visar uppbyggnaden av en elektrostatiske högtalare med en fast elektrod E, dielektrikum G av ett gummiliknande material samt en tunn metallhinna M, tjänstgörande som membran. Det praktiska utförandet av en sådan högtalare framgår av fig. (b), som visar en liten del av högtalaren i sektion. Den fasta elektroden E är perforerad, för att ej slutna rum skola bildas bakom membranet och gummihinnan. Figuren visar membranet i viloläge, varvid det på grund av polarisationsspänningen buktar sig svagt in mot den fasta elektroden. Fig. (c) visar en balanserad elektrostatiske högtalare med två fasta elektroder E_1 och E_2 och mitt emellan dessa membranet M. Svängningsamplituderna enligt de streckprickade linjerna äro visade i överdriven skala.

Elektriskt sett utgör den elektrostatiska högtalaren en kondensator.

Utförandet enl. fig. (a) har bl. a. den nackdelen, att fjädringen hos gummihinnan är för liten, d. v. s. gummit är alltför hårt för att medgiva några större rörelser hos membranet. Långt bättre resultat ger konstruktionen enligt fig. (b), där gummits elasticitet kommer till sin rätt. I varje räffla blir membranet (med gummit) fritt rörligt, och relativt stora amplituder äro möjliga. Vid alltför hög polarisationsspänning suges membranet helt in mot botten av refflorna, och verkan blir densamma som enl. fig. (a).

Polarisationsspänningen är nödvändig, emedan eljest frekvensfördubbling erhålles. Som en kuriositet kan nämnas, att högtalaren enligt (a) eller (b) utan polarisationsspänning kan anslutas direkt efter högfrekvensförstärkaren i en mottagare, varvid den ombesörjer likriktningen samtidigt som den omsätter de lågfrekventa impulserna till ljud. Verkningsgraden blir dock dålig, varjämte extra högfrekvensförstärkning erfordras.

Amplituddistortion uppkommer vid den elektrostatiska högtalaren på grund av att attraktionskraften blir större, då membranet kommer närmare den fasta elektroden. Ju större amplituder, desto större distortion.

En mer fullkomnad typ, den balanserade elektrostatiska högtalaren, visar fig. (c). Membranet M, som utgöres av en ytterst tunn men stark metallhinna, är cirkelrunt och inspönt längs periferien samt isolerat från de båda gallerliknande elektroderna E_1 och E_2 , som äro anbragta på ömse sidor om membranet och helt nära detsamma. Membranet är hårt spänt. Mellan detsamma och elektroderna lägges en polariserande likspänning om 1 000 V eller mera. Fig. (e) visar inkopplingen till förstärkarens utgångstransformator. I viloläget påverkas membranet av lika stora krafter från båda sidorna, varför det intager ett medelläge mellan elektroderna. Då växelspänning pålægges elektroderna, överlagras denna på likspänningen, så

att den övre elektroden i ett visst ögonblick blir mera positiv och den undre mindre positiv i förhållande till membranet. Detta kommer då att bukta sig uppåt. I nästa ögonblick går växelspänningen genom noll, och membranet intar medelläge. I därpå följande ögonblick är den undre elektroden mer positiv, och membranet buktar sig nedåt. Membranet kommer alltså att svänga med växelspänningens frekvens. Ytterlägena angivas av de streckprickade linjerna i fig. (c).

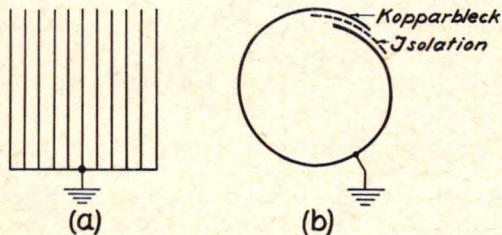
Elektroderna E_1 och E_2 äro i gallerform för att släppa igenom ljudet. I verkligheten äro de buktiga för att komma närmare membranet utåt periferien.

Den balanserade typen enl. fig. (c) medger större amplituder och ger mindre distortion än typen enl. fig. (b). Maximala amplituden är dock av storleksordningen 0,1 mm, vilket gör att ingen nämnvärd ljudstyrka kan uppnås vid lägre frekvenser, även om membranet är stort. Detta är den elektrostatiske högtalarens största svaghet, vilken har gjort att högtalartypen i fråga kommit helt ur bruk. Som kompletteringshögtalare för det högre tonregistret är den dock tänkbar.

Se även Högtalare.

Elektrostatisk mikrofon. Se Kondensatormikrofon.

Elektrostatisk skärm. En sådan kan vara utförd på olika sätt allt efter användningen. Fig. (a) visar en elektrostatisk skärm, bestående av ett antal koppartrådar, som endast i ena änden äro



Trå typer av elektrostatiska skärmar. Fig. (a) visar en plan skärm, fig. (b) en skärm i cylindelform.

förenade med varandra och med jord. Koppartrådarna bilda en plan skärm, avsedd att placeras mellan tvenne högfrekvensspolar, som skola skärmas elektrostatiskt men ej elektromagnetiskt från varandra. Spolarna — t. ex. cylinderspolar eller krysslindade spolar — placeras med axlarna i varandras förlängning, så att de koppla elektromagnetiskt med varandra. Skärmen mellan spolarna upphäver den elektrostatiske eller kapacitiva kopplingen. Dylika skärmar användas bl. a. på sändarstationer, vanligen i förening med flata spolar.

Om trådarna även förenas i den andra änden, så bildas slutna strömkretsar, varigenom samtidigt elektromagnetisk skärmning erhålles. Trådarna måste alltså isoleras från varandra utefter hela sin längd. En kopparplåt mellan spolarna skärmar både elektrostatiskt (om den jordas) och elektromagnetiskt.

Jordningen är av den allra största betydelse. Utan jordning av skärmen fås ingen elektrostatisk skärmning.

I nättransformatorer förekommer ofta en elektrostatisk skärm, som skall förhindra att högfrekventa störningar via nätet inkomma på radiomottagaren. Denna skärm utgöres vanligen av en enkellagrig lindning med isolerad koppartråd, vars ena ände jordas. Den andra änden lämnas öppen men isoleras väl. Om skärmlindningen skulle kortslutas, så fick man en kraftig kortslutningsström i densamma och överhettning av transformatorn. Detta gäller i särskilt hög grad, om skärmen utgöres av ett metallbleck enl. fig. (b) och de båda ändarna råka komma i kontakt med varandra.

Skärmen enl. fig. (b) kan även användas i högfrekvenstransformatorer, t. ex. i transformatorantennens mottagaretransformator. (Se Dipolantenn.) Först lindas t. ex. på ett spolrör primären, ovanpå denna lägges kopparblecket med ändarna skjutande något över varandra men med isolation emellan, och överst lindas sekundären. Mellan blecket och lindningarna lägges någon isolation. Om ändarna på blecket göra kontakt med varandra, bildas en slutna strömkrets, och blec-

ket skärmar då även elektromagnetiskt, vilket ju ej är meningen.

Elektrostatiska skärmar förekomma även i lågfrekvens-transformatorer. (Se Differentialtransformator.)

En synnerligen viktig användning har den elektrostatiska skärmen fått i skärmgallerrören och högfrekvenspentoderna. (Se Skärmgallerrör.)

Se även Elektrostatisk skärmning.

Elektrostatisk skärmning. Består i eliminandet av den koppling som förefinnes mellan två spolar eller två kretsar på grund av kapaciteten mellan dessa. Skärmningen åstadkommes medelst en jordad metallplåt eller ett jordat metallnät av ett eller annat slag. Spolarna eller kretsarna få då var för sig en viss kapacitet till skärmen, men den »direkta» kapaciteten mellan dem elimineras mer eller mindre fullständigt och därmed även kopplingen. Vill man ha fullständig elektrostatisk skärmning, måste det ena föremålet helt inkapslas i metall.

Elektrostatisk skärmning förekommer inom både hög- och lågfrekvenstekniken. Först och främst ha vi den inre skärmningen av högfrekvensrören (se Skärmgallerrör), och för att utnyttja denna måste man även skärma högfrekvenskretsarna från varandra utanför röret. I lågfrekvensförstärkare använder man skärmgallerrör för att reducera rörens ingångskapacitet (se Inre återkoppling), och vidare skärmar man i känsliga förstärkare de olika förstärkarstegen från varandra för att undvika skadliga kopplingar. Kopplingsdetaljer i början av förstärkaren skärmas för att ej påverkas av störande elektrostatiska fält från nätaggregatet.

När man skärmar en känslig del av t. ex. en förstärkare elektrostatiskt, så stoppar man det elektriska fältet, som alstras av den störande apparaten. Då de elektriska kraftlinjerna träffa metallskärmen, slutas de genom denna till jord, d. v. s. chassiet, och kunna ej nå den skärmade detaljen.

Se även Elektrostatisk skärm samt Elektromagnetisk skärmning.

Elektrostatisk styrning (vid elektronrör). För styrning eller kontroll av anodströmmen i elektronrör användes vanligen ett galler, placerat inuti röret. (Se Triod.) Det är emellertid ej nödvändigt att ha detta styrgaller eller kontrollgaller inuti röret. Redan 1906 visade de Forest, att anodströmmen kunde kontrolleras med hjälp av en elektrod, placerad utanför glasväggen, men resultatet blev dåligt på grund av olämplig konstruktion. 1930 omsattes idén på nytt i praktiken. (Se Arcotronrör.)

Både vid inre och yttre kontrollelektrod åstadkommes styrningen elektrostatiskt, i det att genom variation av spänningen på styrelektroden det elektrostatiska fältet mellan elektroderna förändras, och det är detta fält som kontrollerar anodströmmen.

Även gasfyllda urladdningsrör kunna kontrolleras med hjälp av en yttre elektrod. Ett vippaggregat till katodstråle-oscillografer, där en vanlig glimlampa användes, kan sålunda synkroniseras genom att signalspänningen tillföres en stanniobeläggning, anbragt på glasballongens utsida.

Elektrostatisk voltmeter. Grundar sig på attraktionen mellan två elektriskt laddade kroppar med olika potential.

I det vanligaste utförandet påminner den elektrostatiska voltmetern om en vridkondensator, vars rotor av den elektrostatiska attraktionskraften drages in mer eller mindre i statorn, då spänning pålägges. Ju högre spänningen blir, desto större del av rotorn drages in i statorn. Rotorn, som är upphängd i en fin tråd, är försedd med en visare, som pekar på en i volt graderad skala. Direktionskraften åstadkommes av upphängningstråden. Luftdämpning eller magnetisk dämpning användes. (Se Dämpning.) De modernaste typerna av elektrostatiska voltmetrar äro något annorlunda utförda.

Instrument för mycket höga spänningar (2 000—20 000 V) ha endast två metallplåtar, av vilka den ena, som genom utväxling står i förbindelse med en visare, suges in emot den andra, då spänning pålägges.

Instrument av den först beskrivna typen finnas med mät-

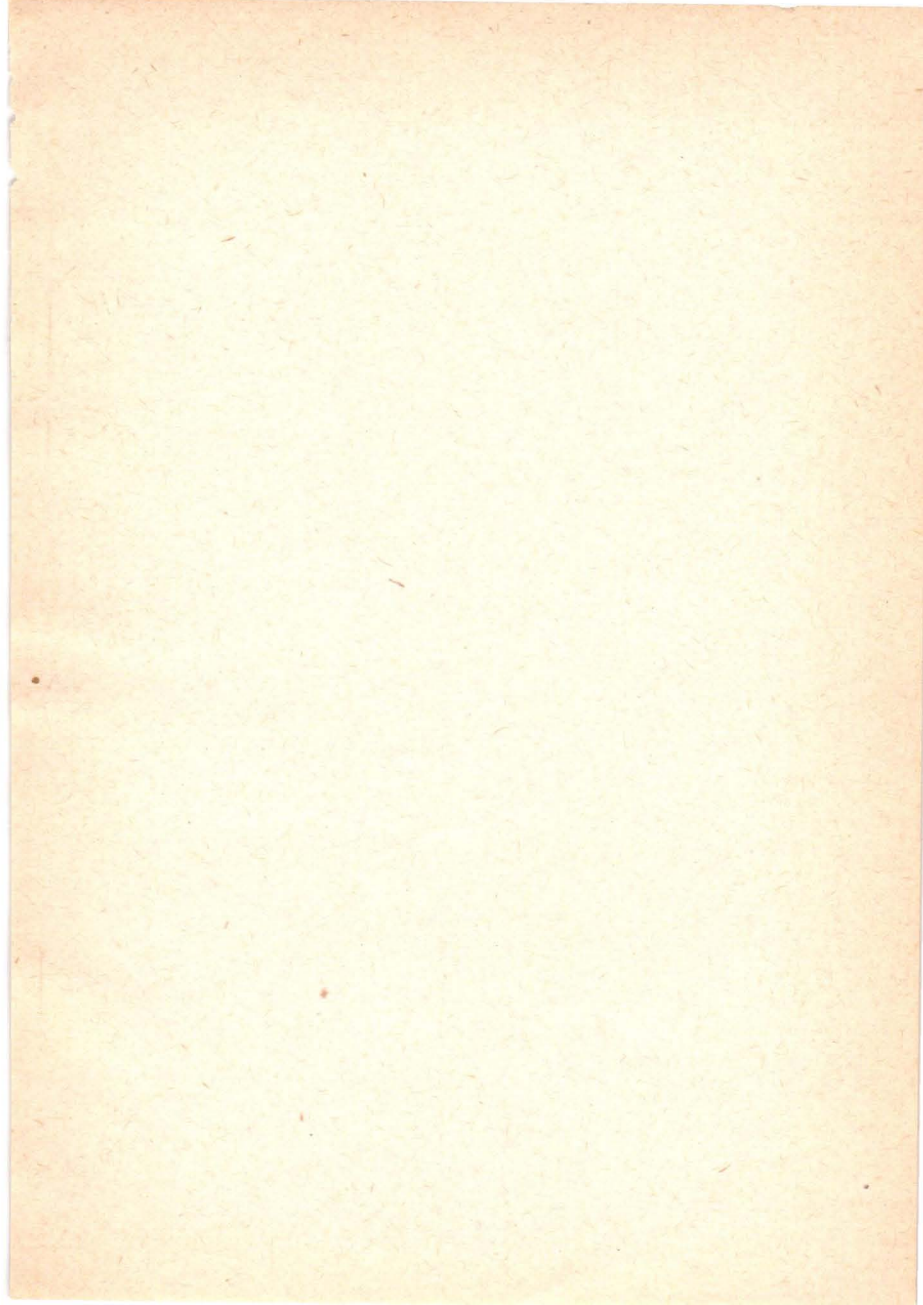
områden från 0—150 till 0—1 500 V. En specialtyp gör fullt utslag för 20 V, vilket är en högst anmärkningsvärd känslighet för en elektrostatisk voltmeter.

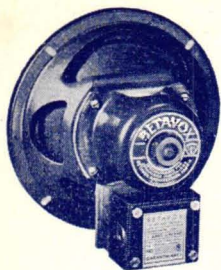
De elektrostatiska voltmetrarna äro användbara för såväl likström som växelström, i sistnämnda fallet vid periodtal upp till 1 000 kc/s eller vid specialtyper 10 Mc/s, d. v. s. 30 meters våglängd.

På likström har den elektrostatiska voltmeteren ingen som helst egenförbrukning, om man bortser från inkopplingsögonblicket. På växelström har voltmeteren mycket ringa strömförbrukning vid låga periodtal, men den ökar proportionellt mot frekvensen och är dessutom beroende av voltmeterens kapacitet; den elektrostatiska voltmeteren är ju intet annat än en kondensator. Kapaciteten är i allmänhet 50 à 100 pF, ibland mycket mindre. Om det gäller att mäta spänningen över en svängningskrets, kommer voltmeterens kapacitet att ingå i avstämningsskapaciteten och är då ej till förfång. (Jmfr Rör-voltmeter.)

Ett annat slag av elektrostatisk voltmeter utgör elektrometern. (Se Bladelektrometer.)

Elektrostatiska enheter. Se Enhetssystem.





Alla



**slags radiodelar köper Ni
bäst och billigast hos oss**

VÄLSORTERAT LAGER AV:

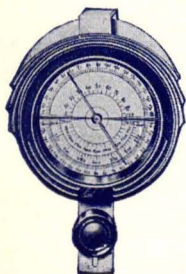
*Högtalare — Mikrofoner
Kondensatorer — Transformatorer
Skalar — Spolar — Batterier
Mätinstrument — Byggsatser m. m.*

RADIOKOMPANIET

Odengatan 56

STOCKHOLM

Telefon 32 20 60



*Den välsorterade
specialfirman*



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 nätslutningsapparater 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 korregerar 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

Prenumerantupplaga
~~Pris Kr. 1: 50~~