

VIII. Elektronrör

Av Gunnar Svala, Sture Edsman
och Sigvard Tomner

1. Inledning

Enklast skulle elektronrör kunna karakteriseras såsom de elektriska kopplingselement där en ström transporteras av fria elektroner i vakuum. Denna definition är emellertid för snäv, då även s. k. gasfyllda rör av olika slag böra inrymmas i samma begrepp. De gasfyllda rören äro, som framgår av namnet, fyllda med en eller flera gaser till ett lämpligt och vanligen relativt lågt tryck, varav följer att strömtransporten till en viss, fastän förhållandevis liten del också ombesörjes av joner, dvs. atomer som förlorat en eller flera elektroner. Vanligen göres ingen åtskillnad mellan gasfyllda rör och rör, där gasen ersatts av en ånga, t. ex. kvicksilverånga. En mera adekvat sammanfattande benämning på alla rörtyper med gas- eller (och) ångfyllning är emellertid *jonrör*, vilka alltså vid sidan av *vakuumrören* utgöra en undergrupp av elektronrören.

För att en ström skall kunna passera genom ett elektronrör måste detta innehålla minst två med tilliedningar försedda *elektroder*, av vilka den elektronutsändande (emitterande) benämnes *katod* och den elektronuppsamlande, som normalt måste ha positiv potential i förhållande till katoden, *anod*.¹

Ett vakuumrör med endast två elektroder, katod och anod, en diod, återgives symboliskt i fig. 1 tillsammans med yttre strömkrets; strömriktning resp. elektronernas rörelseriktning har också angivits. För att katoden skall emittera fria elektroner upphettas den vanligen till en hög temperatur. Katoden utgöres ofta av en tråd, som uppvärms då den passeras av en särskild upphettningsström, *glödströmmen*. En sådan katod är *direkt uppvärmd*, till

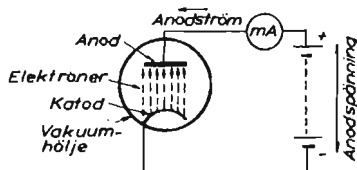


Fig. 1. Diod med yttrekrets.

¹ Tyvärr hade inom elektrotekniken begreppen positiv resp. negativ laddning fastlagts innan elektronens natur var känd, med följd att dess laddning måst tilldelas negativt tecken och sålunda en elektronström rent fysikaliskt sett får motsatt riktning mot den ström i vedertagen bemärkelse, som ju endast utgör elektronströmmens yttring.

skillnad från den *indirekt uppvärmda*, också benämnd *ekvipotentialkatod*, som vanligen består av ett tunt nickelrör, utvändigt belagt med emitterande substans och invändigt försett med en isolerad *upphettningstråd*. Då normalt endast katoden har förmåga att emittera elektroner, beroende på dess fysikaliska egenskaper, temperatur etc., kan tydligen en diod användas som en ventil (jfr den engelska benämningen *valve*), tillåtande strömtransport i endast en riktning, t. ex. för likriktning av växelspänningar.

Genom att mellan katod och anod införa en gallerformad elektrod, kallad *galler* rätt och slätt, erhålles en *triöd*, ett elektronrör med den utomordentligt viktiga och grundläggande egenskapen, att anodströmmen kan regleras genom att variera gallrets spänning i förhållande till katoden. Då denna styrning kan äga rum vid negativ galler-spänning och sålunda ingen gallerström kan förekomma, utövas ingen belastning på den styrande kretsen. Tillföres gallret en växelspänning jämte en lämpligt avpassad negativ likspänning, *gallerförspänningen*, framkallas med växelspänningen synkrona variationer i anodströmmen, som genom lämpliga kopplingselement, t. ex. en transformator, åter kunna omvandlas till en växelspänning, exakt reproducerande den inmatade men avsevärt förstärkt. En sådan koppling med en triöd visas i fig. 2.

Under förutsättning att katodens *emission* av elektroner är tillräckligt stor, bestämmes anodströmmen i varje ögonblick av det elektriska fältet utefter elektronernas väg från katod till anod, varvid fältet inte enbart definieras av den geometriska uppbyggnaden och de pålagda anod- och gallerspänningarna utan även i lika hög grad av den koncentration av elektriska laddningar i utrymmet mellan elektroderna, *rymdladdning*, som utgöres av de i strömtransporten deltagande elektronerna. Anodströmmens värde svarar mot ett jämviktsstillstånd mellan det fält som enbart förorsakas av elektroderna och fältet från rymdladdningen i röret. Denna typ av styrning i elektronrör kallas därför *rymdladdningsstyrning*.

Rör, där antalet elektroder genom tillfogande av ytterligare galler utökats till fyra, fem, sex, sju eller åtta, ha liksom de ovan berörda typerna fått benämningar härledda ur motsvarande grekiska räkneord, sålunda tetroder, pentoder, hexoder, heptoder och oktoder.

De berörda exemplen representera en begränsad kategori inom elektronrörens rika mångfald av typer. Icke desto mindre kunna redan de två huvudproblem urskiljas,

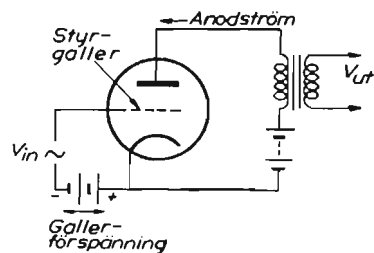


Fig. 2. Triöd i förstärkarsteg med transformatorkoppling.

som närmast skola behandlas i syfte att erhålla en grundval för ett senare studium av de enskilda rörtypernas konstruktion, funktion och egenskaper, nämligen elektronemission och elektronstyrning.

2. Elektronen, dess påverkan av elektriska och magnetiska fält

Elektronen representerar den minsta kända elektriska laddningen och betraktas vanligen såsom en partikel¹ med negativa laddningen e och massan m_e (skrives enbart m då risk för förväxling ej föreligger). Följande numeriska värden kunna angivas

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C (coulomb)}$$

$$m = 9,107 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

Den fria elektronens rörelse i vakuum bestämmes av de krafter, som den påverkas av i elektriska och magnetiska fält, i samband med de masskrafter som den enligt dynamikens lagar utsättes för vid rörelseförändringar.

Ett elektriskt fält utövar på en elektron en kraft som är lika med produkten av elektronens laddning och den elektriska fältstyrkan i den punkt där elektronen befinner sig. Sambandet kan sålunda formuleras

$$F = -e \cdot K \quad (1)$$

Där ej annat angives kommer det rationaliserade M K S-systemet enligt Giorgi att användas. Kraften F uttryckes alltså i n (newton; $1 \text{ n} = \frac{1}{9,81} \text{ kgf}$) och fältstyrkan K i V/m.

Minustecknet beror på elektronens negativa laddning. Kraften strävar tydligen att föra elektronen mot mera positiv potential, t. ex. en anod, såsom vid den i fig. 3 visade planparallella elektrodanordningen. Sammanställes (1) med dynamikens allmänna kraftekvation erhålles

$$a = -\frac{e}{m} \cdot K \quad (2)$$

där a är accelerationen i m/s^2 .

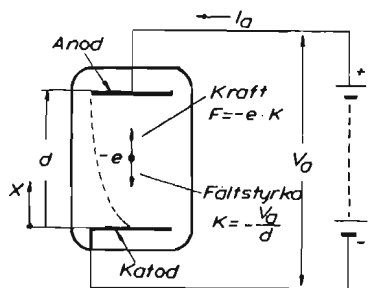


Fig. 3. Kraftverkan på en elektron i ett homogent elektriskt fält. Observera att den elektriska fältstyrkan är motriktad elektronens rörelse, med andra ord, fältstyrkan är negativ. Beträffande den streckade banan se sid. 271.

¹ Inom den moderna fysiken har man tvingats acceptera två yttringar av elektronen, dels såsom en partikel, dels såsom en vågrörelse. I det följande kommer endast det förstnämnda betraktelsesättet att tillämpas.