

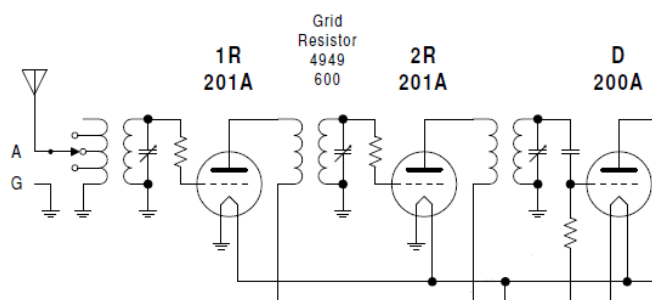
Højfrekvensforstærkere i de første radioapparater

Af Erik Hedegaard Jakobsen

I begyndelsen af tyverne fandtes der ikke her i landet egentlige fabrikker der fremstillede radioapparater, da det var ulovligt at fremstille og forhandle radioudstyr. Der fandtes dog enkelte firmaer der byggede apparater og solgte dem ulovligt på markedet. Man kunne også købe løse dele og selv bygge radioapparater. Alle disse byggesæt var af typen krystalapparater eller detektormodtager med tilbagekobling, der kunne levere nogenlunde tilstrækkelig LF styrke til en hovedtelefon, eller apparatet var med efterfølgende LF forstærker og udgangsrør, der kunne trække en højttaler. Først i 1925 kom der gang i fabrikationen da Statsradiofonien åbnede og det blev tilladt at sælge radioapparater. Det år startede hele 10 radiofabrikker med produktion og salg af radioer.

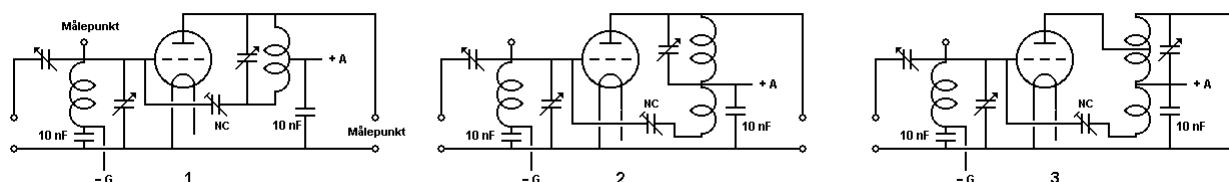
HF forstærkning foran detektoren kunne tit være ønskelig til at forstærke signalet før detektoren, da det ville forbedre modtagerens følsomhed ganske væsentlig, men da der på dette tidspunkt kun fandtes trioder var det svært at bruge dem til at forstærke HF på grund af deres ret høje kapacitet mellem gitter og anode, der forårsagede selvsving når de var forsynet med en afstemt svingningskreds i både gitter og anode. Amerikaneren "Louis Hazeltine" havde ganske vist tidligere opfundet en metode til at stabilisere trioder som HF forstærker med den såkaldte neutrodynstabilisering, der bestod i at føre lidt HF fra anodekredsen i modtakt tilbage til gitteret som vist i diagram 1 nederst, så det netop ophævede den indvendige kobling mellem gitter og anode, men systemet var blevet patenteret, så ingen kunne anvende det uden at betale patentafgift. Det er formodentlig årsagen til, at ingen danske radiofabrikker byggede radioer med HF forstærkning før pentoden kom på markedet i 1927, da pentoden havde en forstærkningsfaktor på over 100 og kunne anvendes som HF forstærker uden stabilisering.

På nettet har jeg dog fundet billede og diagram af en modtager fra 1925 der anvender trioder som HF forstærker uden neutrodynstabilisering, som vist herunder. Det er et amerikansk firma ved navn "Atwater Kent" der byggede radioer i stort antal i begyndelsen af tyverne. Det er vigtigt, at spolerne anbringes så de ikke kobler indbyrdes, hvilket opnås ved at montere dem vinkelret på hinanden, som det tydelig ses på billedet. Desuden må spolen i anoden ikke være afstemt, men kun virke som koblingsspole til den afstemte kreds og derudover anbringes en seriemodstand i gitteret der skal have en størrelse der er afhængig af det anvendte rørs forstærkningsfaktor og stejthed. I diagrammet nedenfor ses, at modstanden i gitteret er 600 Ohm og røret er en type 201A af RCA fabrikat, det svarer nogenlunde til Philips A409 som jeg er så heldigt at have nogle stykker af. Jeg har derfor lavet en del forsøg med dette rør som HF forstærker.



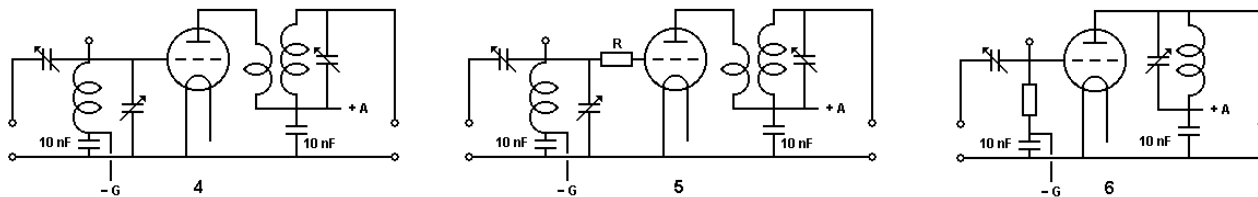
For at prøve de forskellige opstillinger har jeg bygget en HF forsøgsopstilling, hvor jeg kan koble røret på forskellige måder for at se hvad der giver mest forstærkning. Med min dobbeltstråle oscilloskop kan jeg med to måleprober, tilkoblet indgangskredsen og udgangskredsen på forstærkeren, måle indgangsspænding og udgangsspænding og derved beregne forstærkningen. Ifølge rørligningerne er det ikke muligt at komme helt op på en forstærkning der er lig triodens forstærkningsfaktor, idet rørets indre modstand skal lægges i serie med udgangskredsens impedans. Hvis f. eks. rørets indre modstand er 10 kOhm og udgangskredsens impedans er 90 kOhm er det kun muligt at udnytte ca. 90 % af forstærkningsfaktoren, det gælder derfor om at anodekredsimpedansen er så høj som muligt, for at få størst mulig forstærkning.

Den første prøve er med røret neutrodynstabiliseret som vist i diagram 1 herunder, og frekvensen er 1 MHz som er nogenlunde midt i MB radiofoniområdet. Neutrodynkondensatoren NC justeres, med afbrudt anodespænding, til mindst muligt signal over udgangskredsens målepunkt, hvorefter røret er fuldstændig stabil ved max forstærkning når man tilslutter anodespændingen.



Med A409 kan jeg nu opnå en forstærkning på 6 gange, hvilket jo er en del mindre end rørets forstærkningsfaktor 9 som det skulle være muligt at komme i nærheden af. Jeg prøvede så, som vist i diagram 2, at koble anodespænding ind over hele spolen og NC ind på en koblingsspole, for at opnå højest mulig impedans. Det forbedrede forstærkningen til 8 gange, hvilket nok er det maksimalt opnåelig med A409 i denne kobling. Det er dog muligt at opnå højere forstærkning ved at anvende en HF transformator på samme måde som man anvender det på LF. Jeg koblede derfor anoden ind på midtpunktet af spolen som vist i diagram 3, for at prøve om det var muligt at opnå en optransformering af udgangsspændingen og det gav en forstærkning på 13 gange, så en betydelig forbedring. Næste forsøg var at koble anoden ind på en tredjedel af spolen for at opnå større optransformering, det gav yderligere en lille

forøgelse af forstærkningen til 14 gange, men jeg formoder at spoleimpedansen nu er ved at blive for lavt til, at der kan opnås yderligere optransformering, det kunne sikkert forbedres ved at forbedre spolegodheden, hvorved anodeimpedansen vil blive tilsvarende større, hvilket jeg dog ikke har forsøgt. Med en A415 kunne jeg i samme opstilling komme op på 20 gange. Da forstærkningen er afhængig af forstærkningsfaktoren prøvede jeg at anvende en B438 der har en forstærkningsfaktor på 38, med den kunne jeg i diagram 2 komme op på en forstærkning på 17, hvilket er mere end det dobbelte af A409 i samme kobling. Det kunne sikkert forbedres betydelig, hvis man kunne forøge kredsimpedansen, men det er svært at gøre på denne frekvens. A438 er ikke egnet til at aflevere energi til optransformering, det viste sig da også at den, koblet som i diagram 3, kun kunne give 6 ganges forstærkning.



Næste forsøg var nu, at prøve hvor meget forstærkning man kan opnå helt uden stabilisering. Hvis man fjerner NC i diagram 2 er det ikke muligt at undgå selvsving, men hvis man kobler anoden til svingningskredsen via en koblingsspole, som vist i diagram 4, går det straks meget bedre, jeg kan nu opnå 9 ganges forstærkning på 1 MHz med helt stabil forstærker, men hvis jeg går op på 1,5 MHz bliver opstillingen mere ustabil og er meget afhængig af afstemningen i gitter og anodekredse, dette kan dog forbedres med en seriemodstand R i gitteret som vist i diagram 5, hvorved forstærkeren bliver stabil over hele afstemningsområdet. Med A409 som forstærker kunne jeg klare mig med en modstand på 300 Ohm, forstærkningen blev så reduceret fra 9 til 8 gange, hvilket er det samme som i diagram 2, så det er altså muligt at bruge en triode som HF forstærker uden neutrodynstabilisering, når blot man afpasser modstanden i gitteret til det pågældende rør. Jeg prøvede et interessant forsøg med den ene triodedel af en ECC81 (der har en forstærkningsfaktor på ca. 60 og stejlehed på 5,5 mAV) koblet som i diagram 5. Med en modstand i gitteret på 2k Ohm og anodespænding på 250 volt kunne jeg opnå en forstærkning på 44 gange over hele afstemningsområdet med helt stabil forstærker.

Et andet interessant forsøg er, at erstatte indgangskredsen med en HF drosselspole eller modstand som vist i diagram 6 for at se, hvordan det påvirker HF forstærkningen. Med en drosselspole opnås samme forstærkning som i de andre diagrammer uden stabilisering og det samme gælder med en modstand ned til omkring 5 k Ohm, under denne værdi begynder modstanden at dæmpe antennesignalet, meget afhængig af antennens længde og frekvensområdet, men ellers påvirker denne koblingsmåde ikke rørets forstærkning og der er ikke behov for neutrodynstabilisering. Problemet er, at man ikke opnår selektiviteten og opsvinget fra antenneafstemningskredsen. Opsvinget i antennekredsen kan meget vel være 10 gange eller mere, så det man opnår med HF forstærkeren sætter man til igen ved at udelade antennekredsen, med mindre man kan koble forstærkeren til at give en større forstærkning end opsvinget i antennekredsen. Den eneste fordel man ellers kan opnå er, at den efterfølgende detektor kredsløb bliver uafhængig af antennetilkoblingen, hvilket dog også kan være en stor fordel, da man så kan lave en stationsskala der passer uafhængig af den måde antennen kobles til forkredsen.

