

Udvidet teknisk prøve for radioamatører

November 1983

1.

Tegn principdiagram (kredsløbsdiagram med de vigtigste elektroniske komponenter vist) af et AM senderudgangstrin med tilhørende drivertrin, hvor begge trin kollektormoduleres.

Vis en simpel overmodulationsindikator tilsluttet udgangstrinet og forklar kort dens principielle virkemåde.

2.

Tegn principdiagram af en oscillator hvor frekvensen kan varieres (VFO).

Tegn et blokdiagram af en AM sender hvor der anvendes frekvensmultiplikatortrin og beregn hvilket frekvensområde den variable oscillator skal bestryge, for at senderen netop dækker båndet 14000 - 14350 kHz.

3.

Forklar kort hvorfor man anvender automatisk forstærkningsregulering i modtagere.

Angiv med et principdiagram hvorledes spændingen for automatisk forstærkningsregulering kan frembringes i en AM modtager.

Angiv med et principdiagram hvorledes denne spænding kan tilføres et forstærkertrin i modtageren.

4.

I en parallelsvingningskreds indrettet for kapacitiv udtag består kapaciteten af to serieforbundne kondensatorer $C_1 = 50\text{ pF}$ og $C_2 = 200\text{ pF}$.

Svingningskredsen ønskes afstemt til 10 MHz. Beregn spolens selvinduktion L .

Resonanskredsen ønskes at have en 3 dB båndbredde på 100 kHz, og der anbringes derfor en parallelmodstand R over kredsen. Beregn værdien af R , idet spole og kondensatorer regnes tabsfri.

Ved resonansfrekvensen er signalspændingen over kredsen 5 volt. Beregn den hertil hørende spænding over kondensatoren C_2 .

5.

Forklar hvorledes fasesvinget afhænger af modulationssignalets amplitude i en PM-sender (fasemodulation).

Forklar hvorledes frekvenssvinget varierer med modulationssignalets frekvens i en ukorrigeret PM-sender.

Forklar hvorfor man i PM-sendere ofte indsætter et såkaldt korrektionsled (korrigeret PM).

6.

En sender afgiver 50 watt til antennefødeledningen, der består af et 25 meter langt 50 ohms koaksialka-

bel. Antennen er tilpasset kablets impedans.

Koaksialkablet har en dæmpning på 8 dB pr. 100 meter ved den pågældende sendefrekvens. Beregn den effekt der tilføres antennen.

Til senderen skal til målebrug konstrueres en kunstantenne på 50 ohm, som kan tåle senderens udgangseffekt på 50 watt. Kunstantennen fremstilles ved parallelkobling af et antal modstande med lige store ohmværdier og som hver kan tåle en belastning på 2 watt.

Beregn hvor mange modstande der skal bruges til kunstantennen og hvilket ohmværdi, de enkelte modstande skal have.

7.

Tegn et senderudgangsfilter, som dæmper de harmoniske af sendefrekvensen.

Tegn et antennefilter der kan tilsluttes indgangen af en FM-radiofonimodtager for bekæmpelse af overstyring på grund af signalet fra en amatørsender som anvendes i

- flere HF-bånd
- VHF amatørbandet

8.

En simpel halvbølgedipol, anbragt frit vandret plan og afstemt til 7 MHz, fødes gennem en balanceret fødeafdeling med karakteristisk impedans 300 ohm og med en længde svarende til 3/4 bølglængde.

Angiv strømfordelingen (strømamplitudens variation) langs antennen og fødeledning ved 7 MHz.

Beregn den omtrentlige længde af dipolen.

Den samme antenne benyttes også ved 14 MHz. Tegn antennens udstrålingsdiagram i vandret plan ved denne frekvens.

9.

Forklar kort virkemåde og angiv typisk anvendelsesformål for et forstærkertrin arbejdsende i

- klasse A
- klasse B
- klasse C

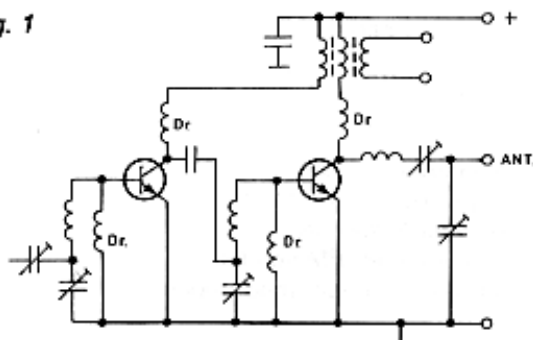
Besvarelse

1.

Se fig. 1, der i høj grad er sakset fra Vejen til Sendetilladelsen (VTS) 6. udgave, fig. 11, side 96, dog uden denne firgurs tegnefejl - find selv fejlene!

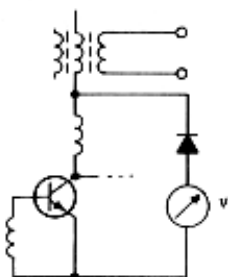
Overmodulationsindikatoren ses fig. 2. Ideen er, at øjeblikkskollektorspændingen på intet tidspunkt må være negativ, da der så helt sikkert vil opstå overmodulation; der bliver ligefrem »huller« i ud-

Fig. 1



gangseffekten med stærk forvrængning til følge. Sker det, vil voltmeteret slå ud - og så er det med at få skruet ned for mikrofonforstærkningen!

Fig. 2



2.

Se fig. 3, der viser en serietunet Clapp-oscillator, meget lig den VTS side 70 fig. 8. Den er normalt meget nem at få til at svinge.

Fig. 3

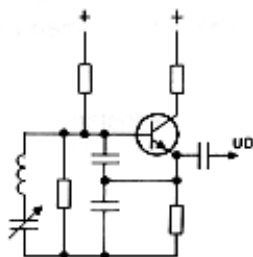
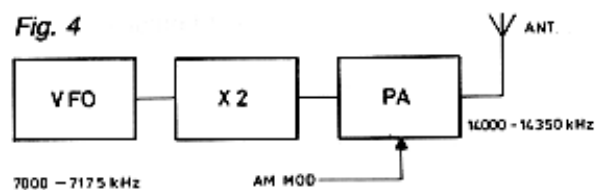


Fig. 4



Blokdiagrammet for senderen er vist i fig. 4. Der er her anvendt et enkelt fordoblertrin, så VFO'en skal bestryge frekvensområdet

$$\frac{14000}{2} \text{ til } \frac{14350}{2},$$

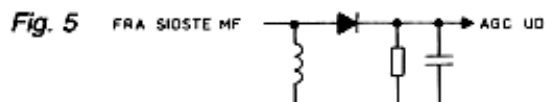
eller 7000 til 7175 kHz for at senderen netop dækker 20 meter båndet, 14000 - 14350 kHz. AM'en indføres i PA-trinet, f.eks. som vist i fig. 1.

3.

Automatisk forstærkningsregulering eller AGC (engelsk: Automatic Gain Control) anvendes for at

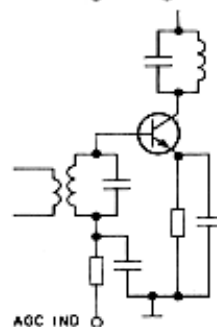
OZ MAJ 1984

undgå overstyring af modtagerens forstærkertrin ved modtagelse af stærke signaler, samt for at holde LF-styrken nogenlunde konstant, når man skiftevis aflytter svage og kraftige stationer. AGC-kredsløbet sørger da for automatisk at indregulere modtagerens forstærkning til en passende størrelse. Det kan selvfølgelig også foregå pr. håndkraft; men kan det virke automatisk, sparer man en knap på forpladen!



Se fig. 5, der viser en almindelig diodedetektor. AM senderens konstante bærebølge vil blive ensrettet til en konstant jævnspænding, der blot skal befries for den overlejrede modulation for direkte at være et mål for det modtagne signals styrke.

Fig. 6



Denne spænding kan da, som fig. 6 viser, i princippet tilføres f.eks. et MF-trin, hvor transistorens forstærkning ændres, når basisstrømmen ændres. Det hele skal så dimensioneres, så niveauer, stige- og faldetider i reguleringen osv. osv. »spiller« sammen på optimal måde. I praksis er det ikke så let, som det måske lyder til.

4.

Svingningskredsen ses i fig. 7. For at beregne selvinduktionen L må den samlede kredskapacitet først findes som virkningen af de to kondensatorer C₁ og C₂ i serie:

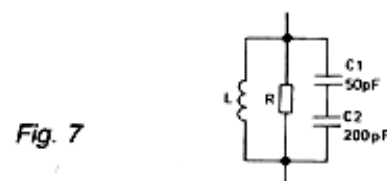


Fig. 7

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_2 + C_1} = \frac{50 \cdot 10^{-12} \cdot 200 \cdot 10^{-12}}{50 \cdot 10^{-12} + 200 \cdot 10^{-12}} = 40 \cdot 10^{-12} \text{ F} = 40 \text{ pF}$$

Resonansfrekvensen for en svingningskreds med selvinduktionen L og kapaciteten C er:

$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot C}}$$

331

Heraf findes L:

$$L = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f^2 \cdot C}$$

$$L = \frac{1}{4\pi^2 \cdot (10 \cdot 10^6)^2 \cdot 40 \cdot 10^{-12}} = 6,33 \cdot 10^{-9} \text{ H} = 6,33 \mu\text{H}$$

Når kredsløsets 3 dB båndbredde Δf og resonansfrekvens f_{res} er kendt, kan kredsløsets godhed Q beregnes:

$$Q = \frac{f_{\text{res}}}{\Delta f} = \frac{10 \cdot 10^6}{100 \cdot 10^3} = 100$$

- men Q'et er jo også forholdet mellem parallelmodstanden R og enten den induktive eller kapacitive reaktans ved resonansfrekvensen - der er de jo lige store:

$$Q = \frac{R}{X_c} = \frac{R}{X_L}$$

Heraf findes R:

$$R = Q \cdot X_c = QX_L, \text{ og da f.eks. } X_c = \frac{1}{2\pi f \cdot C}, \text{ er}$$

$$R = \frac{Q}{2\pi f C} = \frac{100}{2\pi \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 40 \cdot 10^{-12}} = 39800 \text{ ohm} = 39,8 \text{ kohm}$$

Den almindelige spændingsdelelformel kan anvendes, blot med kapacitive reaktanser i stedet for som normalt modstande, fig. 8:

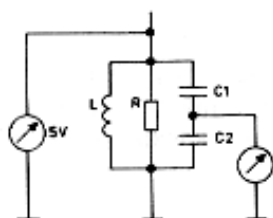


Fig. 8

$$V_{\text{out}} = V_{\text{in}} \cdot \frac{X_{C2}}{X_{C1} + X_{C2}} = V_{\text{in}} \cdot \frac{1}{\frac{1}{2\pi f C_1} + \frac{1}{2\pi f C_2}}$$

$$V_{\text{out}} = V_{\text{in}} \cdot \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

Over den mindste kondensator ligger altså den største spænding og omvendt - lige modsat resistive spændingsdelelere!

332

$$V_{\text{out}} = 5 \cdot \frac{50 \cdot 10^{-12}}{50 \cdot 10^{-12} + 200 \cdot 10^{-12}} = 5 \cdot \frac{50}{250} = 1 \text{ volt}$$

5.

I en fasesmoduleret sender - en PM-sender - er fasesvinget ligefremt proportionalt med modulationssignalets amplitude.

I en ukorrigeret PM-sender er frekvenssvinget ligefremt proportionalt med modulationssignalets frekvens.

Den sidstnævnte afhængighed kan man ophæve ved at lade det modulerende lavfrekvenssignal passere et korrektionsled, som er et simpelt RC-lavpasfilter med en 3 dB afskæringsfrekvens noget under den laveste modulationsfrekvens, man ønsker overført, sædvanligvis 300 Hz, se fig. 9. Hele talespekteret vil da ligge på en -6 dB/oktav kurve, og set »udefra« vil senderen nu ikke virke som en PM-sender, men som en FM-sender, hvor frekvenssvinget er proportionalt med modulationssignalets amplitude, men uafhængigt af modulationssignalets frekvens.

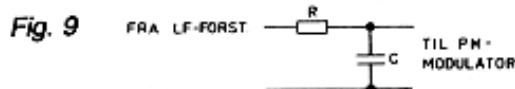


Fig. 9

Om det ofte anvendes, som påstået i opgaveteksten, er noget tvivlsomt - f.eks. afvikles så godt som al 2 meter FM/PM-trafikken med PM.

6.

Tabet i dB/meter er konstant for koaxialkabler. Er tabet 8 dB/100 meter, vil tabet i 25 meter være:

$$\text{tab} = 8 \cdot \frac{25}{100} = 2 \text{ dB}$$

2 dB dæmpning svarer til en effektdæmpning på:

$$10^{0,2} = 10^{0,2} = 1,58 \text{ gange}$$

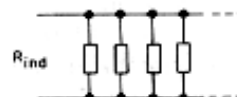
Frem til antennen når da:

$$\frac{50}{1,58} = 31,6 \text{ watt.}$$

Kan hver modstand tåle 2 W, skal der altså bruges:

$$\frac{50 \text{ W}}{2 \text{ W}} = 25 \text{ stk. for at tåle } 50 \text{ W,}$$

Fig. 10



og de skal alle sammen parallelforbindes. Den enkelte modstand skal da være på $50 \text{ ohm} \cdot 25 = 1250 \text{ ohm}$, fig. 10.

OZ MAJ 1984

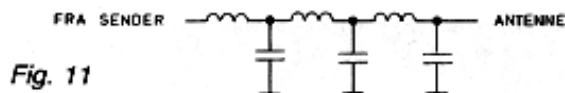


Fig. 11

7.

Se fig. 11, der viser et lavpasfilter, der indrettes til at lade den ønskede sendefrekvens passere, men dæmper de harmoniske af denne.



Fig. 12

Se fig. 12, der viser et højpasfilter til anbringelse i FM-radioens antenneindgang. Det lader FM-båndet 88 - 108 MHz passere uhindret, men dæmper HF-amatørsenderens signal, der så ikke mere overstyrer FM-modtageren.

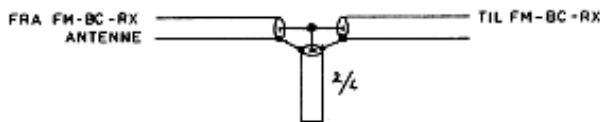


Fig. 13

Er det en 2 meter sender, der overstyrer FM-modtageren, hjælper det før omtalte højpasfilter naturligvis ikke. I dette tilfælde anvendes f.eks. en kvartbølgestub som fig. 13 viser. Den virker som en kortslutning overfor 2 meter signalet på FM-modtagerens indgang.

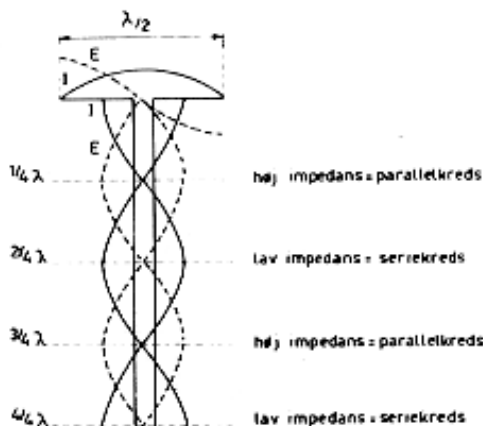


Fig. 14

8.

Se fig. 14, hvor strømfordelingen er indtaget. Et godt udgangspunkt er dipolens ender, hvor strømmen er nul - hvis der ikke er foretaget toploading eller andre fixfæxier.

7 MHz båndet kaldes også 40 meter båndet, da bølgelængden er ca. 40 meter, så halvbølgedipolen er ca. 20 meter lang! En lidt mere nøjagtig udreg-

ning fås af, at frekvensen f multipliceret med bølgelængden λ giver lysets hastighed c :

$$f \cdot \lambda = c$$

Heraf findes så bølgelængden, og en halvbølgedipols længde:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{7 \cdot 10^6} = 42,86 \text{ m, og}$$

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{42,86}{2} = 21,43 \text{ meter.}$$

Ved 14 MHz - 20 meter båndet - vil antennen være en hel bølgelængde lang og have et udstrålingsdiagram som vist i fig. 15, der også findes i VTS side 113, fig. 8.

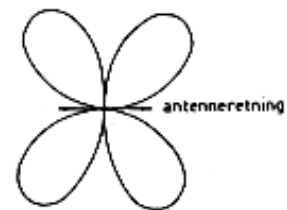


Fig. 15

9.

Klasse A: Trækker samme strøm ved alle udstyringsgrader, lav forvrængning og lav virkningsgrad. Anvendes hvor virkningsgraden er underordnet og hvor lav forvrængning ønskes, dvs. i LF- og HF-forstærkere ved små signalniveauer.

Klasse B: Trækker lav strøm i tomgang, strømforbrug stiger med udstyringen. Ret høj virkningsgrad, i push-pull ret lav forvrængning, som enkelt trin høj forvrængning, der dog i f.eks. HF-forstærkere kan ned bringes ved afstemning. Kan forstærke og overføre amplitudeinformationer. Anvendes i LF- og HF-PA-trin til f.eks. SSB.

Klasse C: Trækker ingen strøm i tomgang, meget høj forvrængning og høj virkningsgrad. Kan ikke overføre amplitudeinformationer i form af f.eks. SSB, men kan styres on/off til f.eks. CW. Anvendes i PA-trin, hvor amplitudelinearitet ikke er påkrævet eller ligefrem uønsket, i CW- og FM/PM-sendere.

Kommentar:

Måske er det fordi jeg i efterhånden nogle år har løst disse opgaver, at jeg ikke finder dette opgavesæt særlig vanskeligt, eller også er det lettere end gennemsnittet. Det eneste spørgsmål, der kan karakteriseres som lidt vanskeligt efter min mening, er no. 5. Dette emne kan til tider bringe sveden frem på panden af selv hærdede radioingeniører!

På den anden side: Kan man regne 2/3 af opgavesættet, har man bevist, at man har en god indsigt i den grundlæggende radioteknik og har ærligt fortjent sin A-licens.

OZ1AWJ

333

OZ MAJ 1984