

Udvidet teknisk prøve for radioamatører

November 1982

1)

Tegn principdiagram (kredsløbsdiagram med de vigtigste elektroniske komponenter vist) af et neutrodynstabiliseret senderudgangstrin.

Forklar hvad årsagen er til, at det undertiden er nødvendigt at neutrodynstabilisere et forstærkertrin.

2)

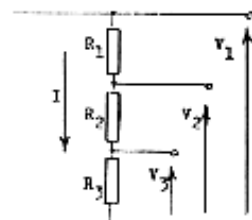
Tegn principdiagram af en balanceret modulator med tilhørende krystalstyret oscillator.

Forklar hvad det er for en egenskab ved denne modulortype, der gør den specielt egnet til enkelt-sidebåndssendere.

3)

Gennem en modstandskæde bestående af de tre modstande $R_1 = 200$ ohm, $R_2 = 400$ ohm og $R_3 = 600$ ohm som vist på figuren løber der en jævnstrøm I på 100 mA.

Beregn spændingerne V_1 , V_2 og V_3 samt de effekter, der afsættes i R_1 , R_2 og R_3 .



4)

En seriesvingningskreds bestående af en spole med selvinduktionen $10 \mu\text{H}$ og en kondensator med kapaciteten C ønskes afstemt til 5 MHz.

Beregn kapaciteten C .

Ved måling konstateres, at kredsens 3-dB båndbredde er 50 kHz.

Beregn kredsens Q ved 5 MHz.

Kondensatoren regnes tabsfri. Tabet i spolen ækvivaleres med en seriemodstand r . Beregn værdien af r ved 5 MHz.

5)

Tegn principdiagram af et gitterdykmeter (eller tilsvarende med transistor).

Forklar hvorledes et gitterdykmeter anvendes til måling af resonansfrekvensen for en svingningskreds.

6)

En almindelig kvartbølge groundplane antenne afstemt til 145 MHz skal tilsluttes en VHF-amatørsender. Som fødekabel anvendes et 50 ohms koaksialkabel.

Beregn den omtrentlige længde af selve antenneelementet og jordplansstavene.

Vis hvorledes koaksialkablet tilsluttes antennen.

Vis hvorledes man med en linkobling kan slutte fødekablet til senderens udgangskreds.

7)

For at undgå at en amatørsender forstyrrer naboens radiofoni- og TV-modtagning, kan der tages forholdsregler dels ved amatørsenderen, dels ved radiofoni- eller TV-modtageren.

Tegn et netfilter til bekæmpelse af HF-overførsel via lysnettet.

Tegn et senderudgangsfilter, som dæmper de harmoniske af amatørsenderens frekvens.

Tegn hvorledes en såkaldt stub kan anbringes ved radiofoni- eller TV-modtageren for at undgå, at modtageren overstyres af signalet fra amatørsenderen. Beregn stubbens længde når amatørsenderens frekvens er 14,0 MHz og forkortningsfaktoren for det kabel, stubben fremstilles af, er 0,7.

8)

Tegn blokdiagram af en krystalstyret konverter for modtagning af båndet 144 - 146 MHz, hvor der som grundmodtager anvendes en kortbølgeomodtager for området 18 - 20 MHz.

Beregn krystalfrekvensen.

9)

I en AM-sender kontrolleres modulationsprocessen ved hjælp af et oscilloskop, hvis Y-forstærker er tilsluttet senderens udgang på passende måde. Til styring af oscilloskopets vandrette billedafbøjning benyttes det modulerende lavfrekvenssignal.

Angiv hvorledes oscilloskopbilledet ser ud, når senderen moduleres henholdsvis 50% og 100%.

Forklar hvorledes man ud fra oscilloskopbilledet kan bestemme modulationsgraden.

Forklar hvorfor man bør undgå overmodulation.

Besvarelser

1)

Se fig. 1, der på det nærmeste er sakset fra Vejen til Sendertilladelsen, (VTS), 6. udgave, fig. 19 b, side 90. Der er valgt en triode som PA-rør, da en sådan dødsikkert vil gå i sving uden neutrodynstabilisering.

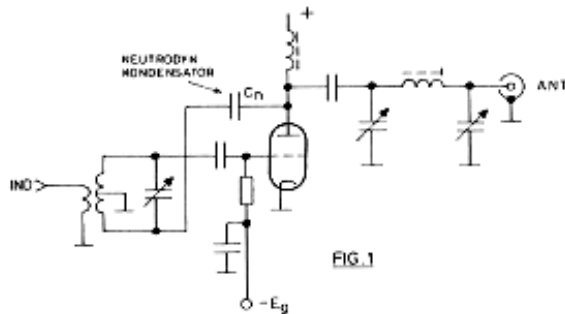


FIG. 1

Neutrodynstabilisering indføres i et forstærkertrin for at uskadeliggøre den tilbagevirkning fra udgang til indgang, som altid vil være til stede i større eller mindre grad i et forstærkertrin, og som - hvis den er stor nok - vil være årsag til selvsving. Ved neutrodynstabilisering føres med vilje et signal tilbage fra udgang til indgang på forstærkertrinet; dette signal er lige så stort som det, forstærkeren selv fører tilbage, men i modfase med dette, således at det oprindelige tilbageførte signals skadelige virkning modarbejdes eller helt fjernes.

2)

Se fig. 2, der i øvrigt også findes som fig. 16 side 99 i VTS, dog er xtaloscillatoren i VTS ikke tegnet udførligt.

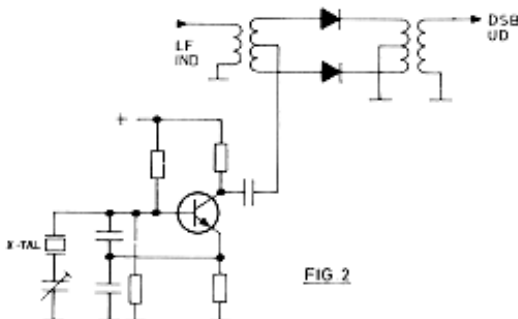


FIG. 2

Det snedige ved denne modulortype er, at den er balanceret overfor xtaloscillatorsignalet, dvs. at dette signal ikke findes på oscillatorens andre ind- og udgange. Ud af modulatoren fås derfor et dobbeltsidebåndssignal med undertrykt bærebølge, således at det efterfølgende filter ikke skal fjerne bærebølgen, men kun det uønskede sidebånd, hvorefter vi har det ønskede sidebånd. I praksis er dæmpningen - eller balancen om man vil - ikke uendelig god; man opnår normalt en dæmpning på ca. 40 dB.

3)

De tre modstande er tegnet op i fig. 3, med modstandsværdier påskrevet.

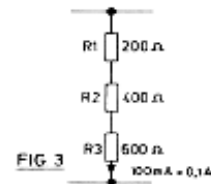


FIG. 3

Ved hjælp af Ohms lov kan vi da udregne de forskellige spændingsfald:

$$V_1 = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot I = (200 + 400 + 600) \cdot 0,1 = 1200 \cdot 0,1 = 120 \text{ V}$$

$$V_2 = (R_2 + R_3) \cdot I = (400 + 600) \cdot 0,1 = 1000 \cdot 0,1 = 100 \text{ V}$$

$$V_3 = R_3 \cdot I = 600 \cdot 0,1 = 60 \text{ V}$$

De afsatte effekter finder vi som produktet af strømmen gennem modstanden og spændingen over den:

$$P_{R_1} = (V_1 - V_2) \cdot I = (120 - 100) \cdot 0,1 = 20 \cdot 0,1 = 2 \text{ W}$$

$$P_{R_2} = (V_2 - V_3) \cdot I = (100 - 60) \cdot 0,1 = 40 \cdot 0,1 = 4 \text{ W}$$

$$P_{R_3} = (V_3 - 0) \cdot I = 60 \cdot 0,1 = 6 \text{ W}$$

4)

Svingningskredsen er tegnet i fig. 4, med de kendte komponentværdier indsat:

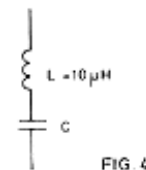


FIG. 4

Resonansformlen giver sammenhængen mellem selvinduktion L, kapacitet C og resonansfrekvens f som:

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

heraf finder vi C:

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

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

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

Vi kan nu beregne C:

$$C = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot (5 \cdot 10^6)^2 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 101,3 \cdot 10^{-12} \text{ F} = 101,3 \text{ pF}$$

Kredsens godhed Q , resonansfrekvens f og båndbredde Δf hænger sammen på følgende måde:

$$Q = \frac{f}{\Delta f}$$

heraf finder vi Q 'et for kredsen:

$$Q = \frac{5 \cdot 10^6}{50 \cdot 10^3} = 100.$$

Samles alle kredsens tab i spolen som en seriemodstand, angiver Q 'et også, hvor mange gange denne tabsmodstand r er mindre end spolens reaktans X_L ved denne frekvens:

$$Q = \frac{X_L}{r}$$

og da $X_L = 2 \pi f \cdot L$,

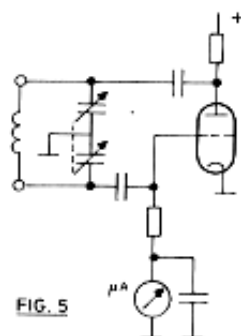
kan vi beregne r :

$$r = \frac{X_L}{Q} = \frac{2 \pi f L}{Q}$$

$$r = \frac{2 \pi \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{100} = \pi = 3,14 \Omega$$

5)

Diagrammet af et gitterdykmeter finder vi i VTS side 135 fig. 19, her fig. 5:



μA -meteret i serie med gitteraflederen måler gitterstrømmen, der løber til røret, idet dette jo kører i klasse C i denne oscillatoropstilling. Gitterstrømmens størrelse er derfor et mål for oscillatorens aktivitet: jo mere gitterstrøm, jo kraftigere svinger oscillatoren.

Kobles gitterdykmeterets spole til en svingningskreds med samme resonansfrekvens som gitterdykmeteret er indstillet på, vil denne udvendige svingningskreds suge energi til sig fra gitterdykmeterets oscillator - men dette vil kun finde sted, hvis

262

gitterdykmeteret er indstillet på resonanskredsens frekvens. Dette vil give anledning til et fald i gitterstrømmen, hvilket igen ses ved, at gitterstrømmeteret udslag falder, »dykker«.

6)

Amatørbåndet omkring 145 MHz kaldes også 2-meter båndet, fordi bølgelængden der er ca. 2 meter - pudsigt nok! Længden af antenneelementet og jordplansstavene er en kvart bølgelængde, altså ca. 50 cm!

En mere præcis udregning er:

Produktet af bølgelængde og frekvens er lysets hastighed:

$$\lambda \cdot f = c \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

og bølgelængden er derfor:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{145 \cdot 10^6} = 2,07 \text{ m}$$

og en kvart bølgelængde er derfor:

$$\frac{2,07}{4} = 0,52 \text{ m} = 52 \text{ cm}$$

I praksis må man også tage en forkortningsfaktor på ca. 0,95 i betragtning, så antenneelementerne skal være ca. 5 % mindre i virkeligheden.

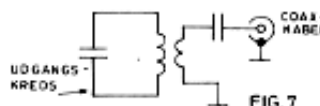
FIG. 6



Tilslutningen af et coax-kabel til antennen kan vi finde i VTS side 119 fig. 27, her fig. 6.

Jordplansstavene forbindes til kablets skærm, og kablets inderleder forbindes til selve det lodrette antenneelement.

Der er brug for linkkobling, når senderens udgangskreds er udformet med en spole, som linken kan koble til og »suge« effekten ud af. Princippet er skitseret i fig. 7. Serie-kondensatoren afstemmer linkens selvinduktion - det giver en ekstra variationsmulighed for at opnå maximalt output.



7)

Et netfilter er i princippet et lavpasfilter, der lader netfrekvensen og dermed lysnetspændingen pas-

OZMAJ 1983

sere uhindret, men som har en kraftigt dæmpende virkning på HF-spændinger, der måtte finde sig på netledningen, enten på vej ud af en sender eller på vej ind i det forstyrrede apparat. Se fig. 8.

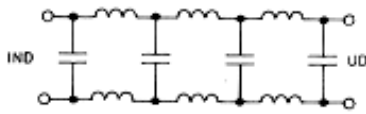


FIG. 8

Et senderudgangsfilter er i lighed med netfilteret også et lavpasfilter, men med en afskæringsfrekvens, der tillader HF-signaler op til f.eks. 30 MHz at passere, og over denne frekvens at have en kraftigt dæmpende virkning. Hermed forhindres, at harmoniske fra amatørudsenderen bliver udstrålet fra antennen på TV-frekvenserne. Et sådant filter er skitseret i fig. 9. Et mere udspekuleret filter er vist i VTS side 143 fig. 6.

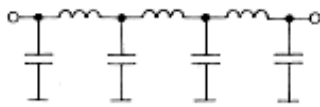


FIG. 9

En transmissionslinje, der er en kvart bølgelængde lang vil »se« kortsluttet ud i den ene ende, hvis den er åben i den anden ende, og omvendt. Anbringer vi derfor en sådan kvartbølgestub parallelt over modtagerindgangen, og lader den være åben i den anden ende, vil den kortslutte den forstyrrede frekvens og dermed forhindre overstyring af modtageren. Princippet er vist i fig. 10, som også findes i VTS, side 143 fig. 7.

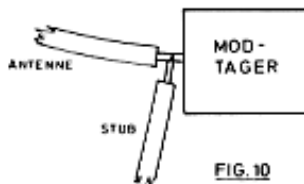


FIG. 10

Som tidligere nævnt er produktet af frekvens og bølgelængde lig med lysets hastighed:

$$f \cdot \lambda = c$$

derfor er bølgelængden ved 14 MHz:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{14 \cdot 10^6} = 21,43 \text{ m}$$

en kvart bølgelængde er derfor:

$$\frac{21,43}{4} = 5,36 \text{ m}$$

OZ MAJ 1983

Da signalerne udbreder sig langsommere i coax-kablet end i fri luft, idet, isolationen i kablet ikke er luft, har kablet en fortolkningsfaktor, der angiver, hvor meget langsommere signalet udbreder sig i kablet end i luft. Kablets fysiske længde skal altså ikke være en kvart bølgelængde »i luft«, men kun forkortningsfaktoren gange denne størrelse:

$$\lambda = 5,36 \cdot 0,7 = 3,75 \text{ m}$$

8)

Blokdiagrammet af den ønskede konverter er vist fig. 11. Virkningen er, at området 144 - 146 MHz »flyttes ned« til 18 - 20 MHz ved blandingsprocessen.

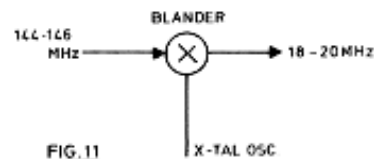


FIG. 11

Der er to muligheder for xtalfrekvensen, idet 144 - 146 MHz kan flyttes ned til 18 - 20 MHz på to måder:

$$1: f_{\text{xtal}} - 144 = 18$$

$$2: 144 - f_{\text{xtal}} = 18$$

dvs. at xtalsfrekvenserne kan være:

$$1: f_{\text{xtal}} = 144 + 18 = 162 \text{ MHz}$$

$$2: f_{\text{xtal}} = 144 - 18 = 126 \text{ MHz}$$

Hvilken man vælger er i princippet ligegyldigt; der er dog nok mest praktisk at vælge den laveste, og endelig kommer problemerne med spejlfrekvenserne ind i billedet - men det er en anden historie!

9)

Måleopstillingen ses i fig. 12. Der anvendes altså ikke oscilloskopets egne sweepgenerator, men senderens LF-signal til den vandrette afbøjning.

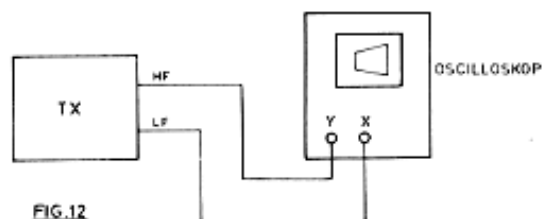


FIG. 12

Oscilloskopbillederne kan findes i VTS side 98 ved fig. 14; her er de fig. 13.

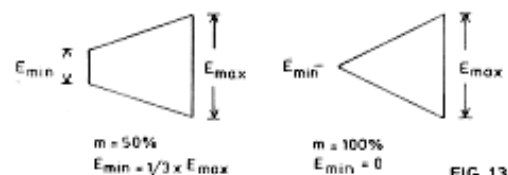


FIG. 13

263

Figurens to lodrette sider måles og kaldes som vist i fig. 13 E_{max} og E_{min} . Modulationsgraden m findes da af:

$$m = \frac{E_{max} - E_{min}}{E_{max} + E_{min}}$$

Det skal lige bemærkes, at oscilloskopet ikke behøver at være kalibreret, da det kun er *forholdet* mellem de to størrelser, der er tale om. De kan altså godt måles med en skydelære, og de aflæste størrelser kan direkte indsættes i formlen i millimeter!

Overmodulation giver anledning til dannelse af ekstra, uønskede side bånd, der giver anledning til

svære forstyrrelser på nabofrekvenser og eventuelt på frekvenser langt udenfor amatørbandene, samtidig med det modtagne signal vil lyde stærkt forvrænget. Der er altså al mulig grund til at undgå overmodulation.

Kommentar:

Et forholdsvis let opgavesæt, der dog som sædvanlig stiller kontante krav om paratviden inden for stort set hele radio- og elektronikområdet. Det er mit indtryk, at spørgsmål 1,2 og 4 har voldt de største kvaler.

Heldigvis skal jo kun 2/3 af opgaverne være tilfredsstillende besvaret, og kan man det, har man ærlig fortjent sin A-licens.

OZ1AWJ