

Retningskobleren I

Af OZ5KH Kenny Hagemann, Haraldsborgvej 89, 4000 Roskilde

Retningskobleren er grundelementet i næsten ethvert reflektometer. Den består af en snuser-tråd, som tapper lidt af signalet fra transmissionslinien og indikerer hvilken vej dette signal bevæger sig. Den mest enkle konstruktion består af en stump ledning parallelt med linien.

Vi kan få en idé om hvorledes retningskobleren virker ved at se på ækvivalentdiagrammet fig. 1 a,b:

I fig. 1a, har vi vist den capacitive kobling imellem snuser-tråden og inderlederen i en coaxlinie, som en enkelt kapacitet C . Denne kobling vil overføre et lige stort signal E_c til punkterne F og R. Men med modsat retning, som vist ved vektorerne.

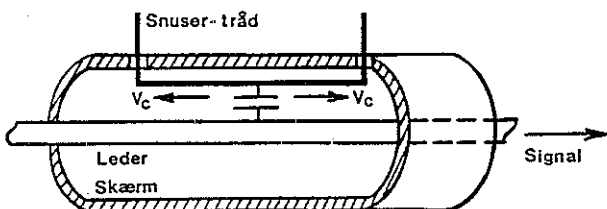


Fig. 1a

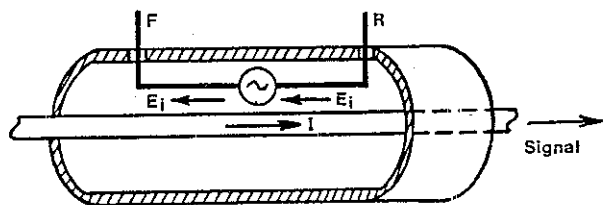


Fig. 1b

I fig 1b, har vi vist den induktive kobling imellem snuser-tråden og inderlederen. Strømmen I vil give anledning til en elektromotorisk kraft E_i i snuser-ledningen med modsat fortegn af strømmen I .

Ved at vælge de mekaniske dimensioner samt belastningsmodstandene optimalt kan vi opnå, at signalerne $E_c = E_i$. Fra vektorerne kan vi se at det medfører, at det samlede signal i retning mod F fordobles, hvorimod signalet i retning R udbalanceres til nul. Vi har altså et instrument, som kan vise os, hvilken vej signalet bevæger sig i en transmissionslinie!

Retningskobleren har den fordel, at det er et "AC" instrument og ved omhyggelig justering af de mekaniske dimensioner kan man opnå, at "snuseren" netop kan tilpasses 50 ohm. Dette er i praksis en stor fordel, hvis retningskobleren skal anvendes som et egnetligt måleinstrument.

Ved at tilkoble et dobbeltstråle oscilloskop til F og R kan vi få et billede af både amplitude og fase på linien, og hermed et udtryk for, om et reflekteret signal skyldes en induktiv respektivt kapacitiv mistilpas-

ning. Men der er også den yderligere fordel ved at anvende et "AC" reflektometer, at eventuelle reflektioner, som skyldes mistilpasning af højere harmoniske, umiddelbart kan erkendes.

Det mest almindelige er dog anvendelsen af retningskobleren som det, vi sædvanligt kalder et "DC-reflektometer" (SWR-instrument). Ofte udføres dette med to snuser-tråde, eller i billige instrumenter som to printbaner parallelt med en kraftig printbane, som udgør inderlederen i en coaxlinie.

Konstruktion af et simpelt SWR-instrument.

Fig. 2 viser et stykke coaxleder. Forholdet imellem den indre og ydre leders diamanter bestemmer kablets karakteristiske impedans Z_0 . Hvis isolationen imellem disse består af luft, kan Z_0 beregnes af formelen:

$$Z_0 = 138 \cdot \log(D/d)$$

Ønsker vi en impedans på 50 ohm, skal $D/d = 2.3$, men dette gælder for en helt frit ophængt inderleder, og indfører vi et isolationsmateriale, afhænger forholdet af dette materiales dielektricitetskonstant.

I den her viste konstruktion har vi ikke alene indført et isolationsmateriale, men også ændret på inderlederens kapacitet ved at lægge to tynde snuser-tråde tæt ind til denne. Se fig. nr. 2.

Længden af retningskobleren bestemmer hvor stort et signal vi vil få overført til snuser-trådene, men samtidigt er det afgørende for instrumentets "godhed". D.v.s. hvor stor forskellen imellem det fremadløbende og det reflekterende signal kan gøres i dB. Et godt instrument kan opnå en adskillelse på ca. 45 dB.

God latin er, at længden vælges mellem 1/50 og 1/100 del af den bølgelængde, man vil måle ved vælger man således en længde på 2 cm, vil reflektometeret kunne anvendes både på 2 meter og 70 cm båndet.

En måling viste, at et 2 cm langt reflektometer opnåede en dæmpling imellem fremadløbende og reflekteret signal på henholdsvis -46 dB ved 145 MHz og -27 dB ved 450 MHz.

Konstruktionen:

Man kan frit skalere op og ned afhængig af frekvensen, så vi vil nøjes med at beskrive en konstruktion til 2 meter, men den kan som sagt også anvendes på 70 cm båndet.

Materialerne er: Et stykke polyethylen rør med en

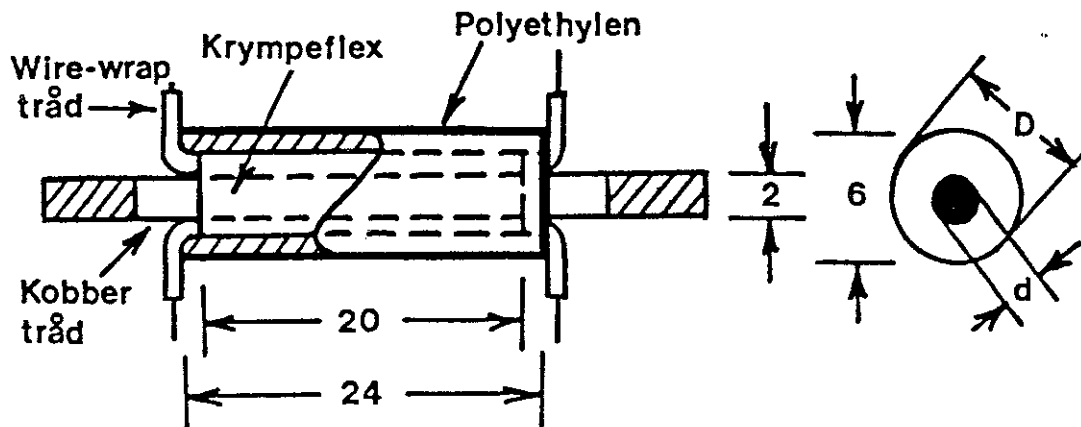


Fig. 2

diameter på ca. 6 mm. Materialet anvendes meget i den kemiske industri og kan fås som slanger eller tilbehør til kemikaliefasker; også el-industrien bruger det. Det er normalt isolationsmaterialet i coaxkabler.

Vi skal også bruge et stykke 2 mm lakisoleret kobbertråd.

En stump krympeflex

Lidt wire-wrap tråd med teflon isolation

Og et lille stykke tyndt kobberfolie.

Det er så lidt materiale, at næppe nogen vil være bekendt at tage penge for det.

Der afklippes et stykke krympeflex på 2 cm. To stykker wire-wrap tråd lægges på hver side af et 4 cm langt stykke 2 mm kobbertråd, hvor enderne er afisolerede på 5-6 mm. Krympeflexen trækkes over og opvarmes, til trådene sidder fast.

Det vil være klogt at afisolere wire-wrap trådene før montagen, idet den tynde teflontråd ofte er besværlig at afisolere, hvis man ikke har et spec. værktøj.

Nu skæres et stykke polyethylen rør af på 2.4 cm, og røret trækkes over krympeflexen. Se fig. 2.

Vi afklipper nu et stykke kobberfolie på 2*2 cm², dette rulles stramt omkring polyethylenrøret og loddes forsigtigt sammen.

(Polyethylen bliver meget blødt ved opvarmning!)

Nu er retningskobleren færdig.

For at konstruere et alment DC-reklemeter mangler vi blot nogle få komponenter, se diagrammet fig. 3.

R1 og R2 er 100 ohm keramiske trim-potentiometre. De skal være induktionsfri, men det er ikke noget større problem, idet sådanne er en standard komponent og findes i handelen til små penge.

D1 og D2 er germaniumdioder. For eks. kan AA119, som er en ganske billig diode, udmærket anvendes.

C1 og C2 er små keramiske kondensatorer på mellem 3-10 nF.

R3 og R4 er afladningsmodstand, som er nødvendige, hvis ikke C1, C2 aflades af anden vej, f.eks. et måleinstrument.

Montage:

Hele systemet monteres med fordel på en lille printplade; husk at retningskoblerens skærm forbindes effektivt til printpladen!

Det er meget vigtigt, at alle ledninger er så korte som muligt!

Hele reflektometerets kvalitet afhænger af kort og HF-mæssig korrekt montage. Se montage-skitsen fig. nr. 3.

Kalibrering

Test først, at der ikke er nogen kortslutninger. Test så, om dioderne har overlevet ilodning. Da montagen skal være kort, skal man passe på ikke at varme for meget, men er ledninger og loddesteder helt rene, løber tinnene med det samme og komponenterne skades ikke.

Tilslut så et voltmeter, universal-instrument, til diodeudtaget, og belast den ene ende med en induktionsfri 50 ohms modstand.

Den anden ende tilsluttes en signalgenerator. Jeg bruger ofte min håndstation på lavt power til dette formål.

Når voltmeteret er tilsluttet det udtag, som skal

vide refleksion, justeres det tilsvarende potentiometer til minimalt udslag, hvilket svarer til nogle få mV.

Nu vendes hele systemet rundt, og den samme procedure anvendes til justering af den anden snuser-tråd.

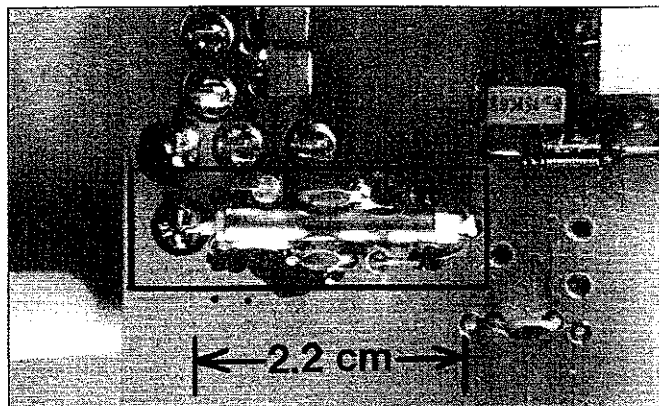
Vi flytter instrumentet over til den anden diodeudgang og måler fremløbs-spændingen - reflektometeret roteres endnu engang og den anden fremløbs-spænding måles. disse to spændinger skulle gerne være næsten ens. Ved et inputpower på ca. 1W skal vi måle ca. 1V DC ved en frekvens på 145 MHz og omkring 3V ved 450 MHz.

Forskellen skyldes, at signalets størrelse i denne type instrumenter er proportional med frekvensen, hvilket iøvrigt er en ulempe, hvis man anvender denne konstruktion på HF-båndene, hvor det skal dække et meget stort frekvensområde.

Instrumentet kan tåle et par hundrede watt ved 145 MHz og omkring 50 watt ved 450 MHz. Ønsker man et instrument efter samme princip til større effekter, må de mekaniske mål skaleres op og snuser-tråden fjernes lidt fra inderlederen. Til eks. kan man overtrække denne med et stykke krympeflex, før trådene monteres.

Hvis vi er nået så langt er vi færdige.

Vi har nu en effektiv og billig lille enhed, som kan anvendes til lidt af hvert. Og har man først besluttet at gå i gang med konstruktionerne, vil det være formålstjenligt at lave 4-5 stk. med det samme; de skal nok få ben at gå på!



Eks.: På snuser-tråds SWR-instrumentet som indbygningsenhed. Her i et 2m, PA-trin, hvor det bl.a. anvendes til AGC-styring, og beskyttelse for "overload".

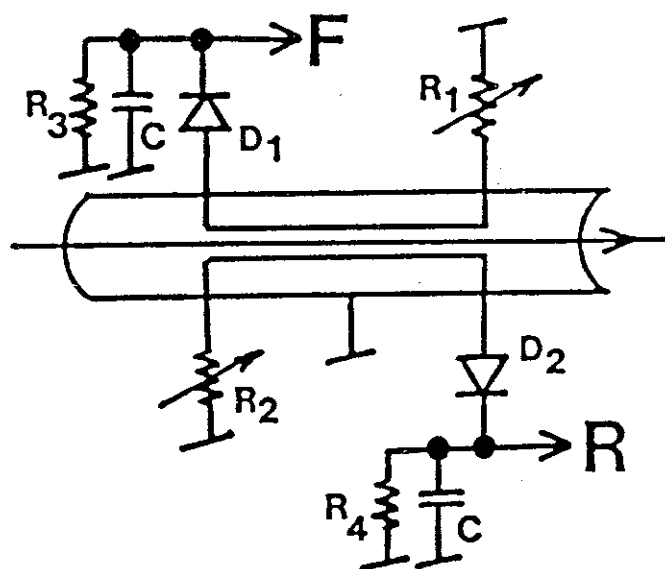
Anvendelse

Vil man lave sig et måleinstrument, vil det være en fordel at montere et par BNC-stik til printmontage direkte i ind- og udgang på selve printpladen. Systemet monteres i en lille kasse, helst af metal sammen med et par 100 µA måleinstrumenter.

Skalaen kan kalibreres ved at belaste reflektometeret med forskellige induktionsfri modstande, idet:

$$SWR = R/Z_0 \text{ eller } Z_0/R$$

Da Z_0 er valgt til 50 ohm, viser en 100 ohms eller 25 ohms belastning altså $SWR = 1:2$, o.s.v. Det er nok klogt først at tegne en kurve på et stykke millimeterpapir, før den endelige skala indtegnes.



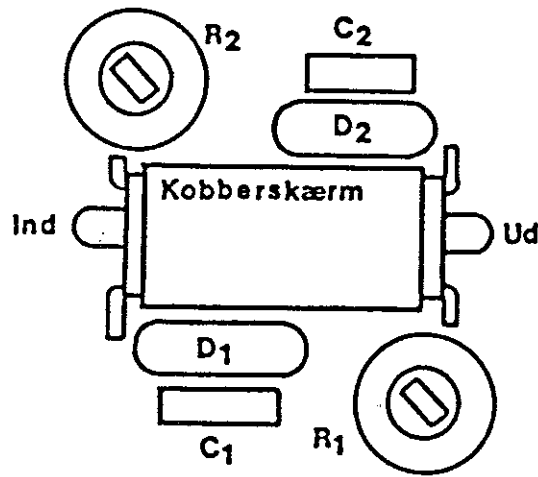


Fig. 3

Måske vil nogen med rette påstå, at skal man først købe instrumenter og investere i en pæn kasse, bliver konstruktionen lige så kostbar som et købe-instrument. Hvis det er et "godt" købeinstrument er det rigtigt, men det var jo instrumenterne og kassen, som kostede pengene, ikke hjertet i konstruktionen og det kan anvendes på mange andre måder: F.eks. til indbygning i det grøj, man bygger selv.

Skulle man få lyst til at undersøge forholdene umiddelbart ved tilslutningen til antennen, kan det med fordel indbygges her; der vil sikkert afsløres nogle meget morsomme resultater.

En anden måde at anvende det på, er i en udførelse som ren retningskobler: Ved at tilpasse snusertrådenes impedans til 50 ohm og føre disse ud på et par BNC-stik har man et ret universelt instrument.

Sammen med en diode-probe monteret i et stik forvandles instrumentet til et DC-reflektometer og et kalibreringskurveblad sammen med et universalinstrument gør det bredt anvendeligt.

Endeligt kan vi påpege, at har man to velkalibrerede retningskoblere, kan disse anvendes til at måle på VHF og UHF transistorer.

Det er efterhånden almindeligt at opgive gode transistorers egenskaber som s-parametre. For at optage disse anbringes en 50 ohms retningskobler i indgang og i udgang på en firpol, hvor to af transistorens ledninger er indgang og udgang og den tredje stel.

Man kan nu beskrive impedansforholdene som funktion af frekvensen.

Alt i alt må vi påpege, at amatøren kan selv lave en hel del, som den professionelle elektroniker må købe i dyre domme!

Amatørens kapital er tid, opfindsomhed og omhu - den professionelle nødes til erkendelsen: tid er penge" og køber sig fra fornøjelserne!

OZ

Fra andre blade

QTC 5.97

side 4

SSA's udenrigssekretær behandler her de nye danske regler, især hvad angår morsekravet. Han bemærker, at Danmark var blandt de lande, der på WRC-95 ville afskaffe morsekravet, og at Danmark nu har fået indført en 25 tegns prøve på nationalt niveau. Han mener, at flere lande vil følge dette eksempel som et kompromis mellem krav om høj kompetance og øget brug af frekvenserne.

OZ5RB

Det afholdte tyske radioamatørmagasin »**FUNKAMATEUR**« har man siden september kunnet købe i Danmark for 24 kr.

Hvis De regelmæssigt ønsker at modtage tidsskriftet, kan vi anbefale et abonnement for 252 kr. om året.

Gratis prøvehæfter og abonnementsbestillinger:

FUNKAMATEUR
P. O. Box 73 · D-10122 Berlin
<http://www.funkamateurl.de>



slutningssikkerhed tror jeg ikke altid, disse enheder har. Det er voldsomme belastninger, switchtransistoren kommer ud for, så på et eller andet tidspunkt ville jeg tro, den gik til de evige jagtmarker (*TR: transistor-marker?*), men så er det heldigt, at jeg f.eks. i mit tilfælde kunne udskifte en BUV47 med en BU208.

Pas i det hele taget på med for mange eksperimenter: Da jeg ville lave 12 volt spændingen om, viste det sig, at den spole, der sidder i serie med ensretteren, SKULLE være der.... Jeg ved ikke rigtig hvorfor, men var den der ikke, stod powertransisto-

ren af. Det har noget at gøre med de peakstrømme eller peakspændinger, der opstår i systemet. Der kan i alle tilfælde måles en firkantspænding over denne spole, og så har den diode, der sidder fra bunden af viklingen, noget at skulle have sagt. En endegyldig forklaring har jeg endnu ikke, men noget siger mig, at tilbageslagsspændingen fra denne spole forøger virkningsgraden af systemet. Jeg har startet den opstilling med en variabel transformer, men pas på! Visse switchmodeforsyninger kan kun starte, når de får fuld spænding lige fra starten. **OZ**

Retningskobleren: II

Af OZ5KH Kenny Hagemann, Haraldsborgvej 89, 4000 Roskilde

Indledning:

En retningskobler, hvor der anvendes en "snuser-tråd" som detektor, kan i praksis udvikles til et meget præcist instrument. Man kan således ved omhyggelig konstruktion opnå en dæmpling mellem det reflekterede og det direkte signal på ca. -45dB.

Historisk er denne type kobler også den ældste; det legendariske Bird Wattmeter, er af denne type.

Ulempen er, at signalet er frekvensafhængigt. Og de, som kender Bird Wattmeteret ved da også, at det er nødvendigt at skifte probe for hver gang frekvensen fordobles. Til gengæld kan fabrikanten så prale med, at målenøjagtigheden er 5 %, hvilket er meget fornemt, når vi snakker om absolutmåling.

I den anden ende af instrumentmarkedet, det til amatør brug, findes et utal af instrumenter, som er baseret på snuser-tråds princippet, med højst varierende kvalitet.

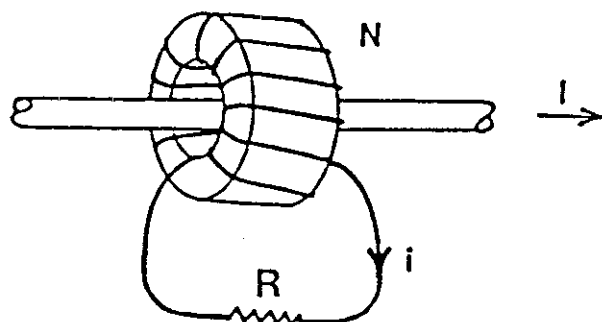
Generelt kan man sige, at kvalitet og pris stort set er proportionale. (Det er her, amatøren kan være med, da det er muligt at transformere flid, omhyggelighed og tid til penge). Og vi skal huske, at vil man måle, er et vel-kalibreret snuser-tråds-instrument virkelig godt! Ønsker man derimod et pålideligt instrument til overvågning af sin station, er den magnetiske retningskobler både konstruktionsmæssigt og anvendelsesmæssigt nok at foretrække.

Vi vil derfor i det følgende gennemgå:

Den magnetiske retningskobler:

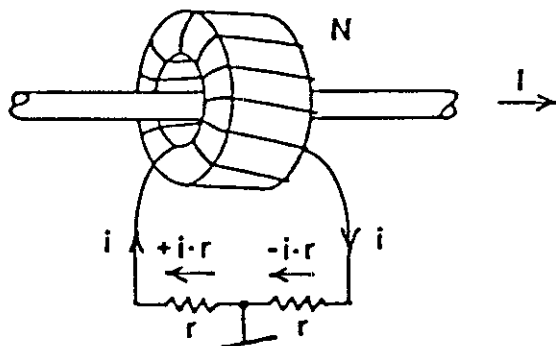
Vil vi analysere de to instrumenter strengt teoretisk, er forskellen vist nok ens! Men den praktiske udformning er højst forskellig.

Den magnetiske retningskobler har en meget tæt induktiv kobling til transmissionslinien. Sædvanligvis udføres dette i praksis ved at omslutte inderlederen i transmissionskablet med en ferritkerne, som påvikles et antal vindinger, herved dannes en strømtransformator med omsætningsforholdet 1:N.



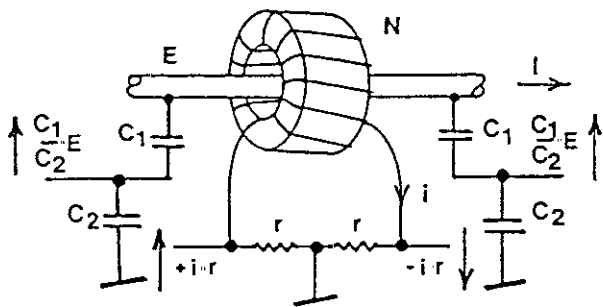
$i=I/N$ hvor N er vikingstallet på sekundærsiden og vi vil måle en spænding over R på $V = i \cdot R = I \cdot R/N$. Vil vi opnå bedst mulig frekvensliniaritet, må spredningskapaciteten i transformatoren være uden betydning. Dette opnås ved at arbejde med lav impedans. D.v.s. at R skal være lille og omsætningsforholdet N lavt. I praksis ca. 10-30 vindinger.

Vi deler nu spændingen over modstanden R i to ved at opdele R i to lige store modstande, r, hvis midtpunkt vi forbinder til jord.



Vi opnår således at have to spændingssignaler ($i \cdot R$), som er modsat rettede i forhold til jord. Forbinder vi nu en kapacitiv spændingsdeler til transmissionsliniens inderleder, er det ved hjælp af delerforholdet C1 / C2 muligt at justere C1 og C2 således, at spændingen over C2 er lig $i \cdot r$.

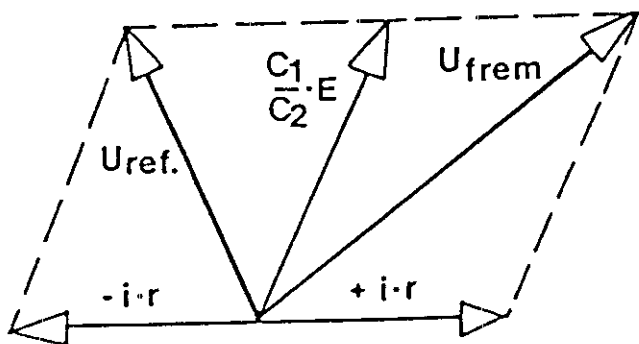
Ved impedanstilpasning på linien er denne rent ohmsk og strømmen I og spændingen E er i fase.



Ved nu at summere spændingen $E - C_1/C_2$ med $i r$, hvor vi husker, at det ene bidrag var i modfase med det andet, kan vi danne signalerne:

$$E - C_1/C_2 - i r \text{ og } E - C_1/C_2 - (-i)r,$$

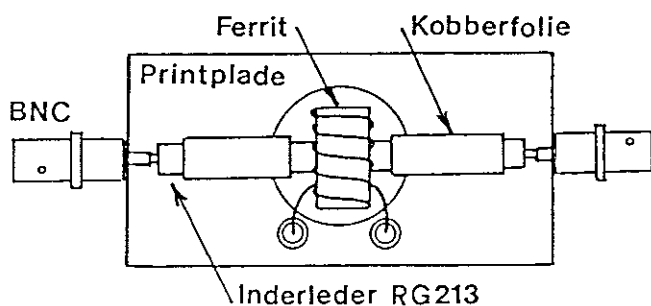
hvilket medfører, at det ene signal udslukkes; det andet fordobles. Dette gælder, så længe der er impedans tilpasning på linien; men ændres impedansforholdene på linien, er dette ikke længere tilfældet, hvilket vi kan illustrere med et vektordiagram, tegnet for en tilfældig imaginær impedans:



Ved omhyggelig kalibrering kan vi nu lave en tabel over fremadgående Power og den Reflekterende Power. Fordelen ved det her beskrevne instrument er, at signalerne ikke ændrer sig (teoretisk) med frekvensen, og det således er rent enkelt at opbygge et SWR-instrument, som kan virke i et bredt frekvensområde.

Konstruktion af SWR-instrument med magnetisk kobling

Den magnetiske retningskobler eller SWR-instrument kan konstrueres ret enkelt og til små penge.



Lad os som udgangspunkt anvende en stump dobbeltsidet printplade, hvor der udskæres et hul i midten med god plads til en ferrit-kerne. Vi vil ikke opgive noget specifikt materiale her, idet det eneste, som er af betydning er, at kernen kan fungere som en god strømtransformator i det frekvensområde, vi ønsker.



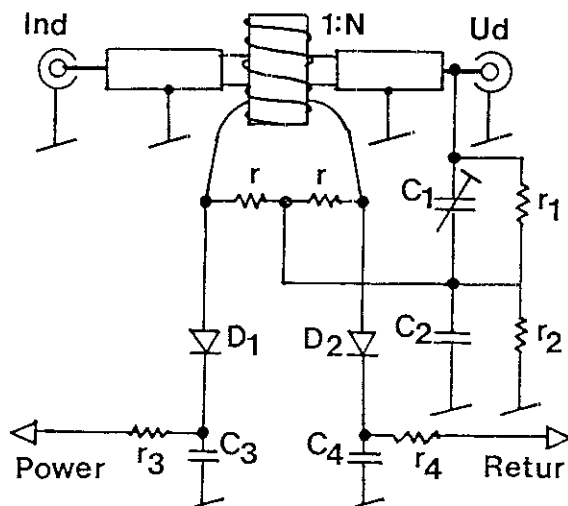
Det er iøvrigt en god ide at slibe eller få slebet et ca. 6 mm. bor, som skitseret: Med et sådant bor kan man bortskære kobberbelægningen på printpladen i en lille cirkel, og det tilbagestående kobber danner en lille loddeø. Denne form for montage er velegnet til højfrekvensmontage, når det resterende kobber bruges som jordplan.

Den mekaniske udformning kan selvfølgelig udføres på mangfoldige måder, blot vi tager hensyn til, at der skal være god isolationsafstand på de steder, hvor spændingen kan blive høj. Ved mistilpasning kan vi komme ud for flere hundrede volt ved effektniveau på 100.

Som udgangspunkt for beregningen af nærværende konstruktion forudsætter vi, at udgangseffekten er 100W, og frekvensområdet er 3-30 MHz.

En ferritkerne med en invendig diameter på 1 cm vil være velegnet. Påvikles denne 20 vdg. af ca. 0.7 mm emalje-isoleret kobbertråd, vil den polyethylen-isolerede inderleder fra et stykke RG213 coaxkabel akkurat kunne trykkes ind i ringen. Polyethylen er en fremragende HF-isolator, og inderlederen fra et 10 mm coaxkabel kan udmærket anvendes op til ca. 1 kW.

Ved at omvikle enderne af polyethylen med et tyndt kobberfolie, som loddes til printpladen opnår vi, at kablets impedans bevares og får samtidigt en meget stabil mekanisk konstruktion.



Her skal vi huske på at overholde isolationsafstandene, en afstand på ca. 5 mm fra enderne er tilrådelig

Nu kan vi opbygge resten af SWR-instrumentet på den ene side af printpladen, idet det er en god idé, at forbeholde den anden side som jordplan.

For et 100 watt instrument vil følgende komponentværdier kunne bruges:

r	= 20 ohm	(1 Watt induktionsfri)
r1	= 22 kohm + 27 kohm	(1/2 Watt induktionsfri) (denne modstand deles i to og anbefales som 1/2 W, d.v.s.: en lang modstand, for at opnå god isolation)
r2	= 1 kohm	(1/4 Watt induktionsfri)
r3	= 10 kohm	(1/4 Watt)
r4	= 10 kohm	(1/4 Watt)
C1	= 4.1 pF	(God luftisoleret keramisk trimmer)
C2	= 200 pF	(God HF kvalitet evt. keramisk)
C3	= 10 nF	
C4	= 10 nF	
D1 og D2		Germaniumdioder (evt. AA119)
N	20 vdg.	0.7 mm kobbertråd

Det skal bemærkes, at 20 vdg. er velegnet ved en effekt på ca. 100 Watt; skal instrumentet anvendes til større effekter, f.eks. 1 kW, skal viklingstallet være mindre, ca. 10 vdg. Ved mindre effekter kan viklingstallet øges til 30-40 vdg.

I praksis er det vanskeligt at skaffe induktionsfri kulmodstande, med metafilm modstande er normalt også induktionsfri.

Modstanden r1 kan i praksis undværes, hvorimod r2 er nødvendig af DC-mæssige grunde. Udelades r1 bør r2 ændres til ca. 2 kohm. I nogle konstruktioner ser man r1 udeladt, men det medfører en lille fasedrejning, som bevirker, at instrumentet er vanskeligt at nul-stille.

Virkemåde: 100 Watt giver en effektivstrøm i et 50 ohms kabel på:

$$I_{eff} = \sqrt{\frac{P}{Z_0}} = \sqrt{\frac{100}{50}} = 1.41(A)$$

$$I_P = \sqrt{2} \cdot I_{eff} = 2(A)$$

med en belastningsmodstand r på 20 ohm får ven en peakspænding på:

$$U_{r,P} = r \cdot \frac{I_P}{N} = 20 \cdot \frac{2}{20} = 2(V)$$

vi skal nu tilpasse spændingslederen C1/C2 til denne spænding:

$$V_{C_2} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} \cdot E_P$$

hvor:

$$E_P = \sqrt{2} \cdot \sqrt{P \cdot Z_0} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{100 \cdot 50} = 100(V)$$

heraf finder vi så C1:

$$C_1 = C_2 \cdot \frac{U_{C_2}}{E_P - U_{C_2}} = C_2 \cdot \frac{2}{100 - 2} = 200 \cdot \frac{2}{98} = 4.1(pF)$$

$$U_{r_1} = E_P \cdot \frac{r_2}{r_2 + r_1}$$

$$r_1 = r_2 \cdot \frac{E_P - U_{r_1}}{U_{r_1}} = 10^3 \cdot \frac{100 - 2}{2} = 49(Kohm)$$

(af isolationsmæssige grunde har vi opdelt denne modstand i to)

Vi har i det foregående brugt peak-spændinger, fordi DC-signalet over C3 og C4 vil lade op til peakværdi.

Ved 100 Watt effektniveau får vi således et fremadrettet power signal på:

2+2 = 4 VDC og et retur signal på: 2-2 = 0 VDC ved 50 ohms tilpasning.

Disse signaler kan vi nu måle med et højimpedant voltmeter, f.eks. et 100 μA instrument med en passende formodstand.

Kalibrering:

Råder man over induktionsfri modstande, kan forskellige SWR værdier etableres ved at belaste med forskellige modstande, idet:

$$SWR = R/Z_0 \text{ eller } Z_0/R$$

Metoden er velegnet spc. ved små effekter, max 1 W, hvis det er modstande fra skuffen, som skal anvendes. Men skal instrumentet bygges til store effekter, må vi anvende andre metoder.

Vi skal derfor i det følgende gå noget i dybden med kalibrering.

Lad os forudsætte, at det er det foran beskrevne instrument, vi ønsker at kalibrere. Vi forstiller os, at fremad og retur signalerne har fået hver deres måleinstrument, og nu vil vi tegne en skala til disse.

Det mest brugervenlige er, at skalaen viser "power-frem" og "power-retur".

$$P = \frac{U^2}{Z_0}; \quad U = \sqrt{P \cdot Z_0}$$

Det er jo spændingen U vi måler, så vi kan opstille en tabel svarende til en skala 0-100 som funktion af power.

Vi ser her bort fra det lille spændingsfald over dioden, ca. 0.2 V. Dette medfører, at skalaen får en ganske lille fejl for små effekter.

Bruger vi ovenstående formel og kræver at skala = 100 = 100 W, kan vi beregne følgende tabel:

Power (Watt)	Skala (0-100)
0	0
5	22
10	32
20	45
30	55
40	63
50	71
60	77
70	84
80	89
90	95
100	100

Det vil være nyttigt at sætte mærker for alle tal i tabellen, men kun påskrive tallene: 5,10,30,40,60,80 og 100. Ellers bliver den gnidret i den høje ende.

Idet SWR-instrumentet er opbygget helt symmetrisk, kan vi tegne den samme skala på retur-instrumentet. Vender vi ind- og udgang, bytter vi blot instrumenterne om. Men det vil være nyttigt at indtage en SWR-skala på det instrument man har valgt som retur-instrument.

SWR kan også udtrykkes som:

$$SWR = \frac{1 + \sqrt{\frac{P_r}{P_f}}}{1 - \sqrt{\frac{P_r}{P_f}}}$$

ligningen kan omskrives til:

$$\sqrt{\frac{P_r}{P_f}} = \frac{SWR - 1}{SWR + 1}$$

Når vi kræver, at fremad power skal vise 100 W ved 0 retur, og at instrumentet skal vise ægte power, må vi kræve: $P_r + P_f = 100$ W. d.v.s.

$$P_r = \frac{100}{\left(\frac{SWR+1}{SWR-1}\right)^2 + 1}$$

Heraf kan vi beregne følgende tabel:

SWR	Pr (W)	Pf (W)	% retur/fremad
1	0	100	0
1.5	4	96	4
2	11.1	89	11
3	25	75	25
5	44	56	44

Når man har indtegnet disse værdier på skalaen, skal den kalibreres. Normalt gøres dette ved ca. 80 % udslag, og for et SWR-meter ca. midt i frekvensområdet.

Til kalibreringen har vi brug for en god dommyload; det er ikke altid at den man opbyggede efter en tegning, man aldrig fik kontrolleret på alle frekvenser, er god nok.

Vi kan bruge et oscilloskop, som er velkalibreret; der indskydes et T-led på linien, hvor vi måler med højimpedans-proben.

80 W i 50 ohm skal vise 179 Vpp

Har man ikke det, kan en diodeprobe, som kan tåle 100 V, og et universalinstrument bruges, eller et rørvoltmeter med HF-probe. Eller endnu bedre, et godt Watt-meter. Har man ingen af delene, kan de nok lånes i en af EDR's afdelinger.

ved OZ5RM Rick' Meilstrup
Gelskovparken 12/1
2830 Virum (@OZ2BBS)

Hist og pist



En balun til bagperronen

Balancerede antenner med paralleltråds-feedere bør ikke sluttes direkte til en ubalanceret antennenetværk. VK6BSL har limet en T130-6 (gul) ferritkerne til en plexiglasplade på 8x5 cm. Kernen er forsynet med 12 bifilare vindinger 16 AWG (1,3 mm) lakeret kobbertråd. Efter beviklingen forbindes enden af den ene tråd til begyndelsen af den anden. Denne samling forbindes med 'stel' på en PL259 konnektor, mens begyndelsen af tråd 1 loddes til den ene balancerede antenne-terminal, og enden af tråd 2 til den anden terminal. Fra sidstnævnte går en ledning direkte til midterbenet på PL259. I stedet for at lime

