

Ättbyggd Antennmätbrygga

Här beskrivs en enkel, mycket bredbandig mätbrygga som täcker frekvensområdet från 1,8 till 1300 MHz. Den är inte svår att bygga och ger god noggrannhet för amatörbruk. Bryggan är baserad på en direktmätning av absolutvärdet av reflektionsdämpningen ("return loss") för en okänd impedans vid 50 ohms ledningsimpedans. Känner man denna dämpning kan ståendevågförhållandet beräknas m h a ett diagram eller en enkel formel. Mätprincipen är gammal - oldtimers kommer säkert ihåg "The Antennascope"! Bryggan är endast avsedd för noggranna mätningar vid låg effekt över ett stort frekvensområde - den ersätter således inte den SVF-mätare som vi brukar ha inkopplad mellan rigg och matarledning när vi sänder!

Först några definitioner:

Avslutar man en ledning med impedansen Z_0 med en belastning Z och ansluter en generator med impedansen Z_0 till sändaränden av ledningen uppstår en stående våg på ledningen när $Z \neq Z_0$. Den stående vågen är sammansatt av en utgående våg med spännings-amplituden E_f och en reflekterad våg med amplituden E_r . (Mäter man ström kan man tala om en utgående strömvåg I_f och en reflekterad ström I_r .)

Reflektionskoefficienten ρ vid belastningsänden definieras som

$$\rho = \frac{E_r}{E_f} = \frac{-I_r}{I_f} = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0}$$

ρ är normalt en komplex storhet - dess amplitud varierar mellan värdena -1 (kortsloten last) och +1 (öppen krets vid laständen). Vid anpassning är $Z = Z_0$ och $\rho = 0$

Reflektionsdämpningen är absolutvärdet av reflektionskoefficienten = $|\rho|$ och uttrycks vanligen i dB:

$$\rho_{dB} = -20 \cdot_{10} \log |\rho|$$

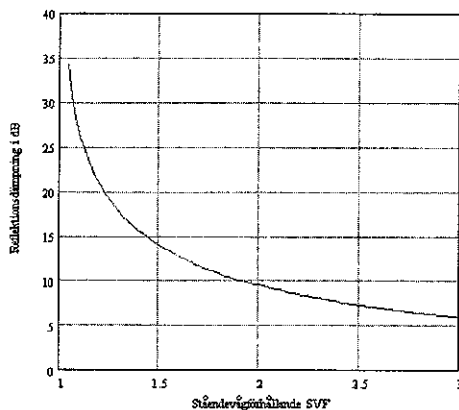
Minustecknet utelämnas ibland i denna definition.

Ståendevågförhållandet SVF vid lasten är definitionsmässigt

$$SVF = \frac{1 + |\rho|}{1 - |\rho|}$$

När $|\rho|$ varierar mellan 0 (anpassning) och 1 (kortslutning eller öppen krets) varierar SVF mellan 1 och ∞ . Om man

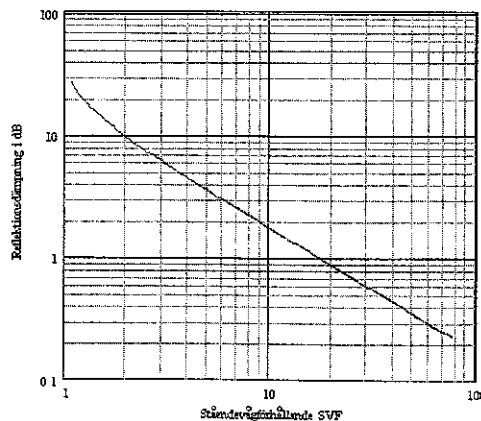
kan mäta absolutvärdet $|\rho|$ kan man också beräkna SVF. Sambandet mellan SVF och ρ_{dB} visas i diagrammen fig 3A och 3B nedan.



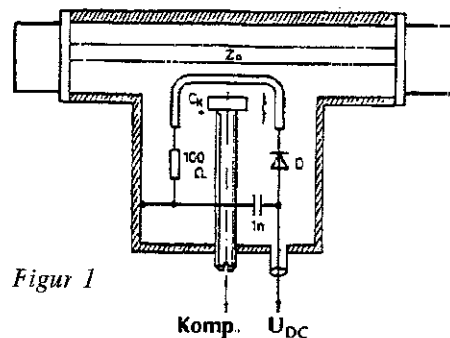
Figur 3A: samband mellan reflektionsdämpning och SVF vid små SVF

"Reflektera" ett ögonblick över fig 3A - för SVF som är mindre än ca 1.4 ligger den reflekterade vågen mer än 15 dB under vågen i framriktningen! Slutsatser?

Figur 3B: samband mellan reflektionsdämpning och SVF vid stora SVF



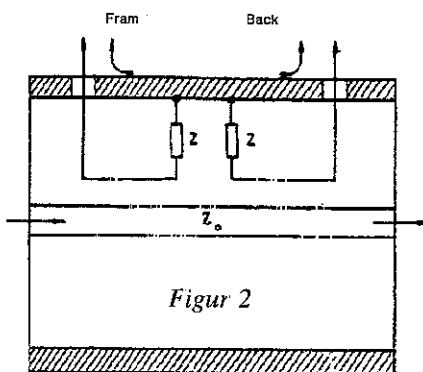
Artikeln är hämtad ur OZ jan 1998, men har tidigare varit införd i CQ DL juni 1996 och därifrån översatt till danska av OZ5RM. Ursprungligen är den författad av HA8ET, N. Gyula. Bearbetningen för QTC och några förklarande tillägg är gjorda av Jan/SM0AQW.



Figur 1

Mätanordningar

Enkla och billiga SVF-mätare som är baserade på en enda riktkopplare (fig 1) har för det mesta måttlig noggrannhet och mätresultatet är frekvensberoende. Riktkopplaren ger en utspänning som är beroende av den effekt som passerar ledningen i en riktningen där rikt-kopplaren är insatt, se fig 1. Använder man två riktkopplare, fig 2, som mäter i var sin riktning, får man mått på både utgående och reflekterad effekt i en ledning.



Figur 2

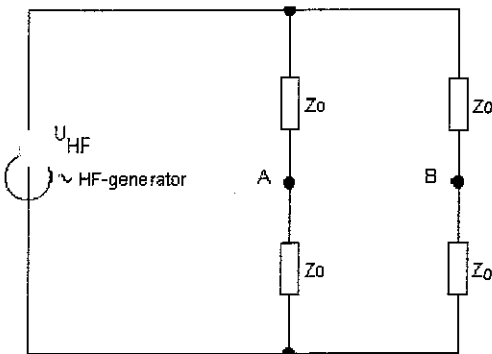
En bra riktkopplare bör uppfylla följande krav:

- Minsta möjliga genomgångsdämpning där den ansluts
- Instrumentets eget SVF bör vara 1:1
- Dämpningen bör vara både konstant och frekvensoberoende
- Riktkopplaren ska ju endast mäta effekten som som går åt ena hållet i en ledning och inte svara på reflekterad effekt. Ett mått på dess godhet i detta avseende är dess direktivitet, som ska vara så stor som möjligt (30-40 dB) inom instrumentets bandbredd.

Kraven ovan kan uppfyllas med en reflektometerbrygga enligt princip-
schemat i fig 3C nedan. Bryggan ger en
likspänning mellan punkterna A och B
som idealt är direkt proportionell mot
reflektionskoefficienten r (jämför med
definitionen ovan):

$$U_{A-B} = U_{HF} \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0}$$

Om de tre motstånden Z_0 är väl
matchade kan bryggan ge hög noggrann-
het. Ansluter man en likriktare och en
voltmeter mellan A och B blir volt-
meterns utslag proportionellt mot den
reflektionsdämpningens absolutvärde.



Figur 3C: Principschema för mätbrygga

Fördelarna med en brygga är att man
kan uppnå (mycket) stor bandbredd,
man kan mäta även vid låga frekvenser
och utspänningen är frekvensoberoende.
Ökningen i komponentantal jämfört

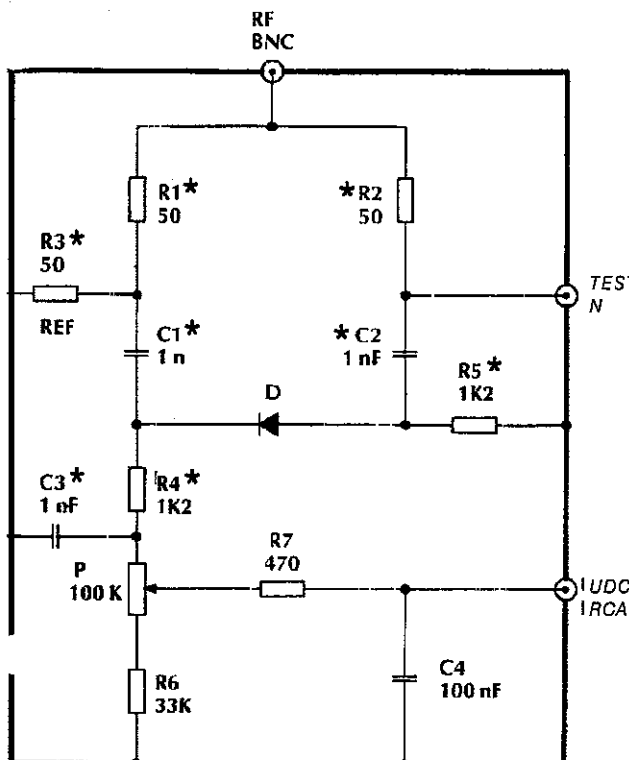
med en lösning med en enkel rikt-
kopplare är måttlig.

Fig 4 visar schemat för den kompletta
bryggkretsen. Kretsen är byggd på ett
litet kretskort med layout enligt fig 5.
Motstånden som används är SMD-mot-
stånd (motstånd för ytmontering) med
1% tolerans.

Till ingången (RF) ansluter man en
signalgenerator eller sin egen sändare
och mätobjektet ansluts till punkten
TEST. R1, R2, R3 är induktionsfria 50
ohm referensmotstånd.

När punkten TEST (= mätobjektet) av-
slutas med 50 ohm är bryggan i balans
och spänningen över dioden D är noll.
Avviker mätobjektets impedans från
referensmotståndet, ger detta en
spänningsskillnad mellan REF och
TEST som detekteras med dioden D och
kan avläsas som en likspänning mellan
jord och U_{DC} . Likspänningen är propor-
tionell mot den reflekterade vågens
amplitud och blir alltså ett mått på re-
flektad effekt från lasten som är anslut-
ten vid TEST.

Kretskortet monteras i en liten metall-
box (t ex en s k ELFA-låda) med
minimumdimensionerna 37 x 74 mm.
Lådans djup bestäms av dimensionerna
hos de koaxialdon som används för
anslutningarna. Figur 4 indikerar vilka
typer av don som kan vara lämpliga.
Hålbilderna i lådan för olika don visas i
fig 6 a - b.



Figur 4.
Schema för den kompletta
bryggkretsen. Kretsen är
byggd på ett litet krets-
kort med layout enligt fig
5. Motstånden som an-
vänds är SMD-motstånd
(motstånd för
ytmontering) med 1%
tolerans.

Till ingången (RF) ansluter man en signalgenerator eller sin
egen sändare och mätobjektet ansluts till punkten TEST. R1,
R2, R3 är induktionsfria 50 ohm referensmotstånd.

*= Chipkomponenter

TEST-ingången bör vara ett N-don med
hög kvalitet. Fig 7 visar hur kretskortet
är bestyckat (skalan är 2:1). Motstånd-
svärdena måste kontrolleras med en bra
digitalmultimeter både före och efter
monteringen! Alla komponenter, sär-
skilt SMD, måste lödas med omsorg!
Fig 8 och 9 visar två olika monterings-
svarianter.

Så mäter man

Om TEST-ingången kortsluts eller läm-
nas öppen blir SVF oändligt, och
reflexionsdämpningen blir 1 (0 dB).
Ansluter vi en voltmeter till U_{DC} , ger
den fullt utslag. När TEST utgången
avslutas med 50 ohm, alltså idealfallet,
så är SVF = 1. Reflektionsdämpningen
är då (teoretiskt) 0 - eller oändlig räknat
i dB. I praktiken ligger man, på ett eller
annat sätt, mellan dessa gränfall.

Det uppmätta medelvärdet på
reflektionsdämpningen kan räknas om
till SVF med hjälp av diagrammen fig
3A - 3B ovan. Att mäta ned till SVF =
1.05 svarar mot en reflektionsdämpning
på 32.2 dB och är fullt tillräckligt för
amatörändamål. Ännu större noggrann-
het kan uppnås om man kalibrerar mät-
bryggan med en induktionsfri kort-
slutningsplugg. Författaren använder
själv en hembyggd plugg baserad på ett
UG21B/U-don.

Kalibrering

Till RF-ingången kopplas en HF-genera-
tor eller en sändare som kan avge 1-2
W. Dessutom behöver man en DC-volt-
meter med ca 2 volt fullt utslag - om
möjligt med en relativ skala från 0 till
100. Med potentiometern ställer man
voltmetern till fullt utslag vid den HF-
effekt man valt att tillföra. Då apparaten
i sig själv är bredbandig, är det tillräck-
ligt att kalibrera vid den högsta möjliga
frekvens som man kan uppnå.

För att göra SVF-mätningar i det låga
området (<1,5) får mätbryggan matas
med högst 2 W HF (det maximala vi
kan belasta bryggan med). För SVF >1,5
är 1 W fullt tillräckligt. Skalan kan cali-
breras i SVF eller dB - se diagrammen i
fig.3A och 3B.

Forts. nästa sida

Fig 5

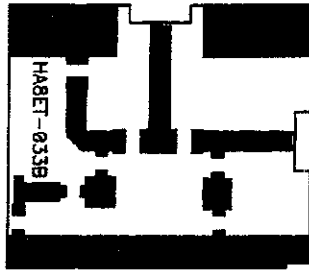
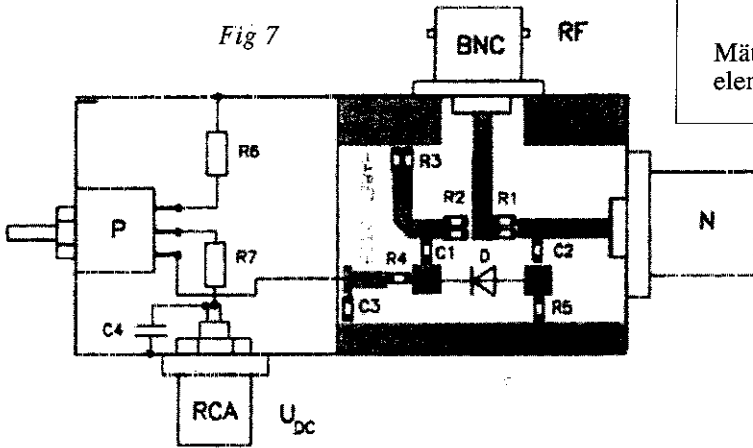


Fig 7



Mätning av kabeldämpning vid en given frekvens

Anslut en av kabeländarna till en kortslutningsplugg och den andra till "TEST"-ingången. För kabeldämpningen A_0 (i dB) gäller då sambandet

$$A_0 = \frac{1}{2} |\rho_{dB}|_{uppmätt}$$

eftersom den (totalreflekterade) vågen passerat kabelstumpen två gånger! Uttrycket ovan är ett specialfall av det allmänna sambandet

$$|\rho_{dB}|_{input} = |\rho_{dB}|_{last} + 2A_0$$

Mätbryggan har använts av författaren för att justera ett 200 elements 23 cm antensystem!

Komponentlista:

Komponent	Storlek	Typ
R1, 2, 3:	2x100 ohm	SMD, 1206
R4, 5:	1,2k ohm	SMD, 5% 1206
R6:	33 k ohm	metallfilm 5% 1/8 W
R7:	470 ohm	metallfilm 5% 1/8 W
P:	100 k Ohm	Potentiometer, 4 mm axel
C1, 2, 3:	1 nF	SMD, 5% 63V
C4:	1 nF	Keramisk, 63V, 2,5 mm delning
D:	HP5082-2800	Schottky-dioder D035 glas

Monteringsdetaljer, anslutningsdon, låda och kretskort.

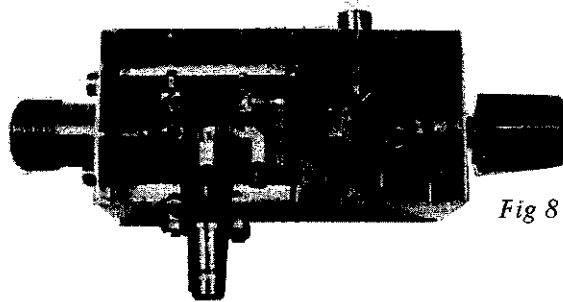


Fig 8

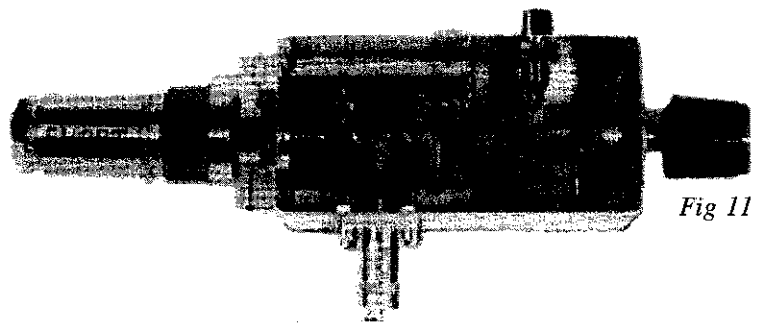


Fig 11

Ytterligare upplysningar om uppbyggnad och prestanda hos färdigbyggda instrument kan erhållas genom författaren:

Dipl.Ing. N. Gyula, HA8ET, Muskátli u. 4, H-6600 Szentes, HUNGARY, som behåller sig alla rättigheter - eller genom DL2SBV, fax (0911) 38 33 86.

Bearbetningen för QIC och förklarande tillägg är gjorda av Jan/SMOAW.

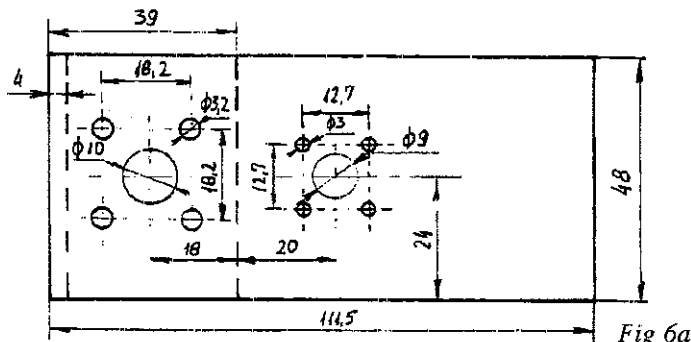


Fig 6a

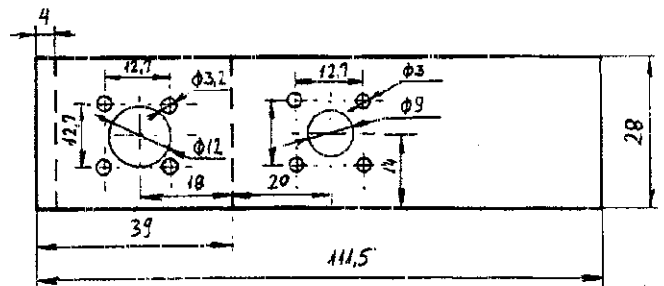


Fig 6b

