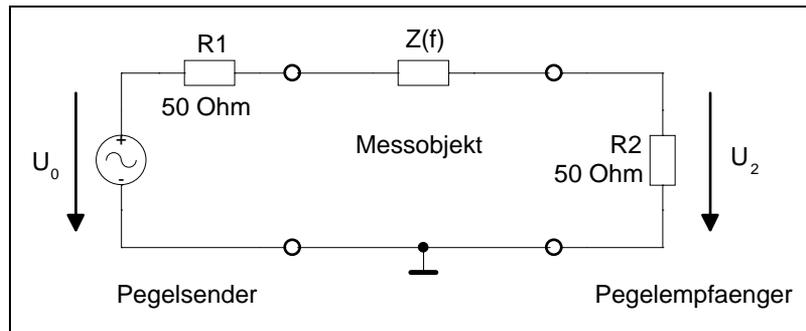


## Aufgabenstellung

Ein Zweipol mit komplexer Impedanz  $Z(f)$  (z.B. eine HF-Drossel) wird zwischen einen Pegelsender (Tracking Generator) mit einem reellen Innenwiderstand  $R_1 = 50\ \Omega$  und einen Pegelempfänger (Spectrum Analyzer) mit einem reellen Eingangswiderstand  $R_2 = 50\ \Omega$  geschaltet. Aus dem Betrag (d.h. der Amplitude) der gemessenen komplexen Ausgangsspannung  $U_2$  soll der Betrag der Impedanz  $Z(f)$  berechnet werden.

## Meßschaltung



vf1.eps

## Herleitung der Formel für die Einfügungsverstärkung

gegeben:

$$R_1 = R_2 = R, \quad Z, \quad U_0$$

Gesucht:

Einfügungsverstärkung  $v$

Lösung:

Pegelempfänger direkt (ohne Meßobjekt  $Z$ ) mit Pegelsender verbunden:

$$\frac{U_2}{U_0} = \frac{R}{R+R} = \frac{1}{2}$$

$$U_2 = \frac{U_0}{2}$$

Pegelempfänger über das Meßobjekt  $Z$  mit Pegelsender verbunden:

$$\frac{U_2}{U_0} = \frac{R}{R+Z+R} = \frac{1}{2 + \frac{Z}{R}}$$

damit ergibt sich

$$\frac{U_2}{U_0/2} = \frac{2}{2 + \frac{Z}{R}} = \frac{1}{1 + \frac{Z}{2 \cdot R}}$$

Wenn der Pegelempfänger zunächst direkt mit dem Pegelsender verbunden wird (Darstellung der 0 dB-Linie) und anschließend das Meßobjekt zwischen Pegelsender und Pegelempfänger geschaltet wird, dann zeigt der Pegelempfänger die Einfügungsverstärkung  $v$  in dB an:

$$v = 20 \cdot \lg \left| \frac{U_2}{U_0/2} \right| = 20 \cdot \lg \left| \frac{1}{1 + \frac{Z}{2 \cdot R}} \right| = -20 \cdot \lg \left| 1 + \frac{Z}{2 \cdot R} \right|$$

Für  $R = 50\ \Omega$  und reelle  $Z$  ergeben sich folgende Zahlenwerte

$Z$ in $\Omega$	$v$ in dB
0	0
5	-0.42
10	-0.83
25	-1.94
50	-3.52
100	-6.02
1000	-20.83
10000	-40.09
100000	-60.01

### Berechnung des Widerstands aus der gemessenen Einfügungsverstärkung

Für Frequenzen bei denen  $Z(f) = R_p$  reell ist (z.B. Parallelresonanz einer HF-Drossel), kann man die obige Formel für  $v$  nach  $R_p$  auflösen:

$$R_p = 2 \cdot R \cdot (10^{-v/20} - 1)$$

Zahlenbeispiel:

$$v = -63.5\ \text{dB}, R = 50\ \Omega$$

$$\begin{aligned} R_p &= 2 \cdot 50\ \Omega \cdot (10^{-(-63.5)/20} - 1) = 100\ \Omega \cdot (10^{+3.175} - 1) = \\ &= 100\ \Omega \cdot (1496 - 1) = 149500\ \Omega \approx 150\ \text{k}\Omega \end{aligned}$$

### Anmerkung zur Simulation mit SPICE

Wenn man die obige Meßschaltung mit SPICE simulieren will, sollte man die Quellspannung  $U_0 = 2\ \text{V}$  wählen. Die Spannung am heißen Knoten  $n$  von  $R_2$  wird dann bei direkter Verbindung ( $Z = 0$ ) gleich  $U_0/2 = 1\ \text{V}$ . Dies entspricht einer simulierten Einfügungsdämpfung von 0 dB, wenn die Ausgabeanweisung

```
.PRINT AC VDB(n)
```

verwendet wird.

Für die Beantwortung von Fragen und für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an:

Dipl.-Ing. Hans Gall, DK3YD, AF4AQ

BAUSCH-GALL GmbH

Wohlfahrtstraße 21 b

D-80939 München

Telefon: 089/3232625

Telefax: 089/3231063

email: Hans.Gall@Bausch-Gall.de

web: www.Bausch-Gall.de