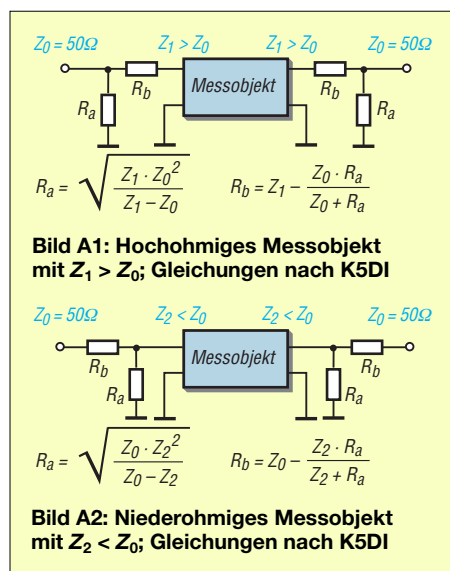


# Ergänzung zum Beitrag „Messungen an Vierpolen“ in FA 4/09, S. 414



Ergänzend zum Beitrag von Ulrich Graf, DK4SX, sei hier noch auf eine weitere Methode der Anpassung eines zu messenden Vierpols an die 50  $\Omega$  Systemimpedanz eines Netzwerkanalysators, Netzwerktesters usw. hingewiesen, die lediglich mit Widerständen auskommt.

Diese in den Bildern A1 und A2 gezeigten Varianten mit jeweils vier Widerständen eignen sich insbesondere dort, wo die Anschlussimpedanz des Messobjekts, etwa durch ein Datenblatt, bereits im Vorfeld bekannt ist. Diese Methode ist genau genommen nur für rein ohmsche Impedanzen anwendbar – oder dort, wo sich der Blindanteil einfach wegstimmen lässt, wie beispielsweise bei Quarzfiltern.

Im Gegensatz zu den Bildern 9, 10 und 12 des Beitrags gewährleisten die gemäß der Formeln in den Bildern A1 bzw. A2 dimensionierten Widerstände  $R_a$  und  $R_b$  eine saubere Anpassung von Messobjekt und Messgerät.

Allerdings tritt eine erhebliche zusätzliche Durchgangsdämpfung  $a_Z$  auf, die bei der Durchgangsmessung zu berücksichtigen ist. Für die Anpassung nach Bild A1 gilt

$$a_Z = -2 \cdot 10 \log \left( \frac{Z_1 \cdot Z_0}{(R_b + Z_1)^2} \right)$$

sowie für die Anpassung nach Bild A2 gilt

$$a_Z = -2 \cdot 10 \log \left( \frac{Z_0 \cdot Z_2}{(R_b + Z_0)^2} \right)$$

Die nun folgende Beispielrechnung bezieht sich auf ein Quarzfilter mit einer Abschlussimpedanz von 500  $\Omega \parallel 5$  pF auf jeder Seite. In die direkt am Filter parallelzuschaltende Kapazität geht auch die unvermeidliche Schaltkapazität ein, die je nach Aufbau etwa 2 pF bis 5 pF betragen kann. Dem Filter auf jeder Seite 2,2 pF parallelzuschalten, dürfte also bereits genügen. Nun zu  $R_a$  und  $R_b$ . Da 500  $\Omega > 50 \Omega$ , gelten die Gleichungen aus Bild A1:

$$R_a = \sqrt{\frac{500 \Omega \cdot (50 \Omega)^2}{500 \Omega - 50 \Omega}} = 52,7 \Omega$$

Geeignet wären 24  $\Omega$  plus 27  $\Omega$ , wobei notfalls auch 51  $\Omega$  einsetzbar sind.

$$R_b = 500 \Omega - \frac{50 \Omega \cdot 52,7 \Omega}{50 \Omega + 52,7 \Omega} = 474 \Omega$$

Da dies auch kein Standardwert ist, kommen 470  $\Omega$  zum Einsatz. Als Zusatzdämpfung sind 31,6 dB zu berücksichtigen.

Zur Vereinfachung des Rechengangs dient das der hiesigen ZIP-Datei beigegefügte Arbeitsblatt *Filteranpassung.xls* für Excel bzw. Calc. **Dr. W. Hegewald, DL2RD**