

Dämpfungsglieder (Abschwächer)

Dämpfungsglieder werden überall dort benötigt, wo zu hohe Signalspannungen abgeschwächt werden sollen, sie haben in der Regel gleiche Ein- und Ausgangsimpedanz (meist 50 Ohm) und können in Pi- oder T-Schaltung realisiert werden.

Da dem Amateur meist nur genormte Widerstandswerte zur Verfügung stehen, kann aber die Realisierung der exakten Werte Schwierigkeiten bereiten.

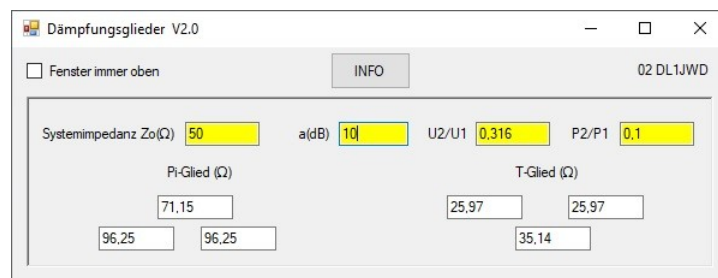
Als besonderes Feature bietet das Tool deshalb die Möglichkeit an, mit vorhandenen Widerständen praxistaugliche Kompromisse zu finden, wenn keine größeren Genauigkeitsansprüche gestellt werden.

Beispiel 1

Um einer Übersteuerung des Empfängers entgegenzuwirken, soll in die Antennenzuleitung (50 Ohm Koaxkabel) ein 10dB-Dämpfungsglied eingeschleift werden.

Du brauchst nur den dB-Wert für die Leistungs- bzw. Durchgangsdämpfung in das gelbe Feld einzugeben.

Dieser Wert ist immer positiv, da es sich um eine Dämpfung handelt.



Die Verhältnisse Ausgangs- zu Eingangsspannung (U_2/U_1) sowie Ausgangs- zu Eingangsleistung (P_2/P_1) werden automatisch aktualisiert (das funktioniert auch umgekehrt, wenn Du in eines der anderen gelben Felder einen Wert einträgst).

In den weißen Feldern erscheinen sofort die exakten Widerstandswerte für die Pi- und für die T-Schaltung.

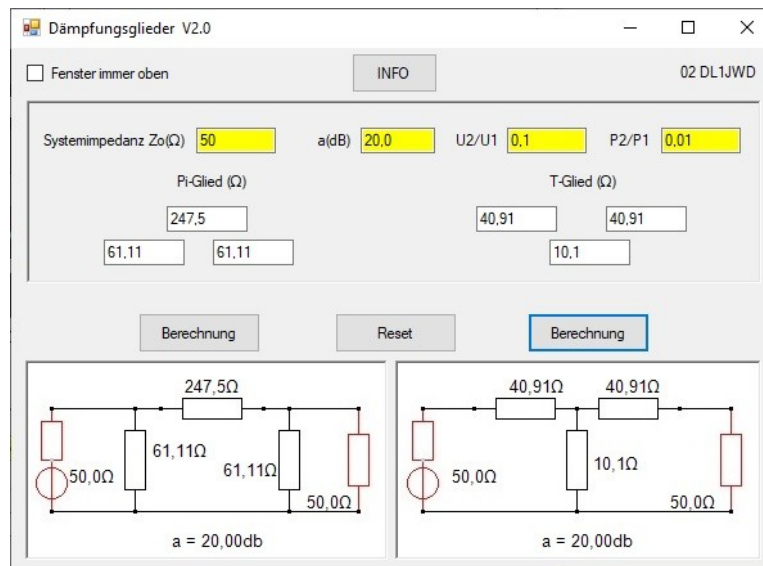
Beispiel 2

Mit einem 10dB-Dämpfungsglied kann die Eingangsspannung des Empfängers leider nur auf 31,6% abgeschwächt werden. Du möchtest sie aber auf 10% herabsetzen, d.h., einen 10:1-Spannungsteiler (für beidseitigen 50 Ohm-Abschluss) realisieren.

Gib für U_2/U_1 den Wert 0,1 ein, die erforderliche Leistungsdämpfung wird automatisch aktualisiert und Du siehst, dass ein 20dB-Dämpfungsglied benötigt wird.

Für eine bestimmte Spannungsdämpfung ist also das Dämpfungsglied für die doppelt so große Leistungsdämpfung auszulegen.

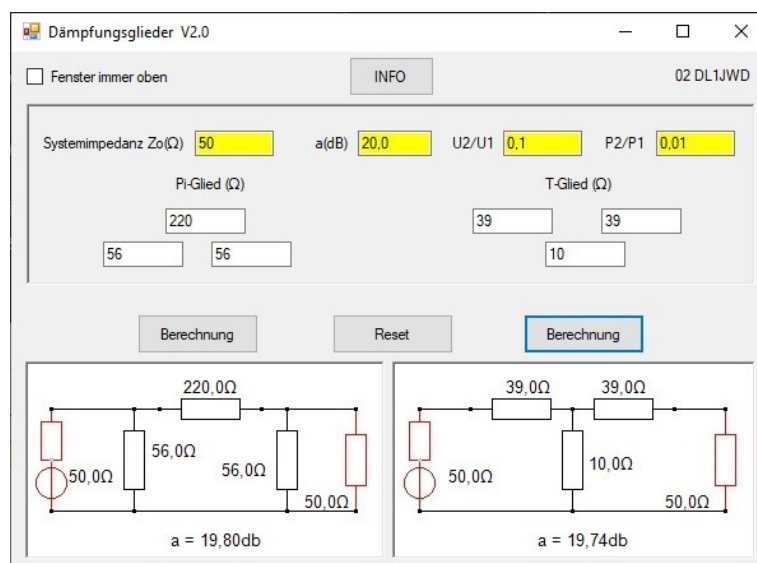
Fasse das Fenster am unteren Rand an und zoome es auf, um die beiden Schaltbilder zu sehen:



Beispiel 3

Die vom Programm ermittelten Widerstandswerte sind leider ziemlich "krumm". Wie verändert sich die Dämpfung wenn Du die Widerstandsreihe E12 verwendest?

Zoomte das Fenster auf, indem Du es mit der Maus am unteren Rand anfasst. Gib in die weißen Felder die nächstliegende Werte der E12-Serie ein, und klicke über jeder der beiden Schaltungen auf "Berechnung":



Du siehst, wie sich die unterhalb der Schaltbilder angezeigten Dämpfungswerte verändern und kannst entscheiden, ob die Abweichungen für den konkreten Einsatzfall noch akzeptabel sind. Für das aktuelle Beispiel dürfte die mit 56Ω und 220Ω realisierte Pi-Schaltung infrage kommen, da sie den gewünschten 20dB am nächsten kommt ($19,8\text{dB}$).

Hinweise

- Mit dem "Reset"-Button kannst Du die Schaltelemente auf ihre "krummen" Werte zurücksetzen.
- Da die Widerstände toleranzbehaftet sind (z.B. E12 $\Rightarrow 10\%$) lohnt sich ein vorheriges Ausmessen mit einer Widerstandsmessbrücke.

Theorie

Die Abschwächung wird üblicherweise in Dezibel (dB) angegeben.

Ist zum Beispiel die Spannung am Ausgang auf das 0,707fache des Wertes vor dem Dämpfungsglied abgesunken:

$$U_2/U_1 = 0,707$$

... dann ist die Spannungsämpfung:

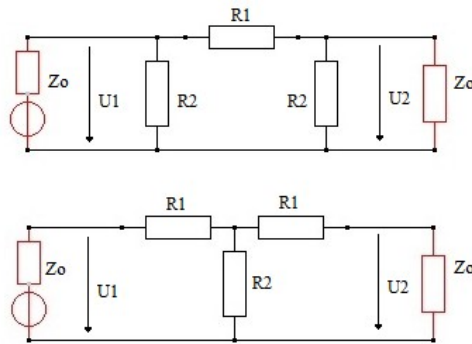
$$a_u(\text{dB}) = -10 * \log(0,707) = 1,5\text{dB}$$

Die Leistungsämpfung ist stets doppelt so groß wie die Spannungsämpfung¹:

$$P_2 / P_1 = (U_2^2 / Z_0) / (U_1^2 / Z_0) = (0,7^2 / Z_0) / (1^2 / Z_0) = 0,7^2 = \text{ca. } 0,5$$

$$a_p(\text{dB}) = -10 * \log(P_2 / P_1) = -10 * \log(0,5) = 3\text{dB}$$

Berechnung der Schaltelemente



Bei gegebener Systemimpedanz Z_0 und einem Verhältnis v zwischen Eingangsspannung U_1 und Ausgangsspannung U_2

$$v = \frac{U_1}{U_2}$$

berechnen sich die Widerstände eines symmetrischen Pi-Dämpfungsglieds zu

$$R_1 = Z_0 \frac{v^2 - 1}{2v}$$

$$R_2 = Z_0 \frac{v + 1}{v - 1}$$

Für das T-Glied gilt:

$$R_1 = Z_0 \frac{v - 1}{v + 1}$$

$$R_2 = Z_0 \frac{2v}{v^2 - 1}$$

¹ ... natürlich nur unter der Bedingung, dass Generator- und Lastwiderstand gleichgroß sind ($R_G = R_L = Z_0$).