

beachten ist, daß bei symmetrischer Signalübertragung die Schrittgröße auf 0,25 dB reduziert werden muß, da ja beim nächsten Gerät in der Signalkette eingangsseitig beide Hälften des symmetrischen Signals voneinander abgezogen werden.

5.8.2 Prinzipielle Anordnung

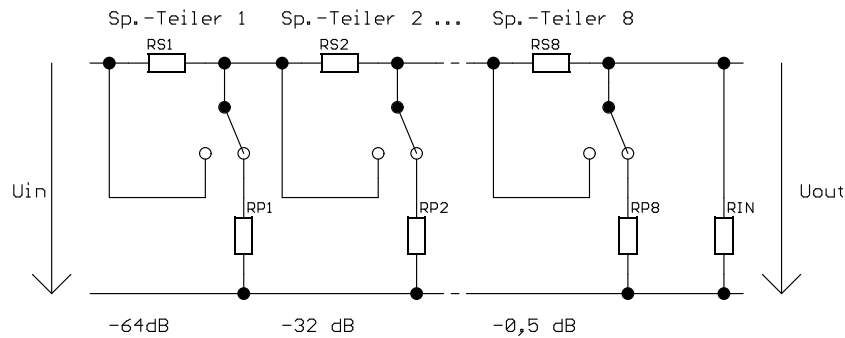


Abbildung 13: Prinzipschaltbild

Die Spannungsteiler sind in Reihe geschaltet und können mittels eines Relais einzeln gebrückt werden. Damit sie in jeder Kombination eingeschaltet bzw. gebrückt werden können, ohne sich dabei gegenseitig zu beeinflussen, ist es erforderlich, daß jeder Spannungsteiler zusammen mit der Belastung R_{in} am Eingang ebenfalls wieder R_{in} für den Rest der Schaltung darstellt. Das Problem lösen wir im folgenden Abschnitt rechnerisch.

Aufgrund der symmetrischen Signalübertragung sind pro Kanal zwei dieser Anordnungen erforderlich. Bei Relais mit zwei Umschaltkontakten werden also pro Kanal acht Relais eingesetzt. Dieser Aufwand scheint noch vertretbar.

5.8.3 Berechnung der Widerstandswerte

Die Berechnung der Widerstandswerte ist trivial. Wir definieren uns zunächst zur einfacheren Handhabung einen nicht-logarithmischen Wert A , die Abschwächung als Verhältnis der Eingangs- zur Ausgangsspannung:

$$A = \frac{U_{in}}{U_{out}} \quad (1)$$

Für die Umrechnung in dB gilt dann:

$$A_{db} = 20 \log A \quad (2)$$

$$A = 10^{\frac{A_{db}}{20}} \quad (3)$$

Für die Widerstandswerte eines einfachen, unbelasteten Spannungsteilers kennen wir folgende Formel:

$$U_{out} = U_{in} \cdot \frac{R_{Pn}}{R_{Pn} + R_{Sn}} \quad (4)$$

Unter Verwendung unserer Definition für A wird daraus:

$$\frac{R_{Sn}}{R_{Pn}} = A - 1 \quad (5)$$

In unserem Fall sieht jedoch jeder einzelne Spannungsteiler eine konstante Last an seiner rechten Seite, nämlich R_{in} , die parallel zu R_{Pn} liegt. Deshalb gilt in diesem Fall für das Verhältnis der Widerstandswerte in Abhängigkeit zur gewünschten Abschwächung:

$$\frac{R_{Sn}}{R_{Pn} \parallel R_{in}} = A - 1 \quad (6)$$

$$\frac{R_{Sn}}{\frac{R_{Pn}R_{in}}{R_{Pn} + R_{in}}} = A - 1 \quad (7)$$

Nach R_{Sn} aufgelöst:

$$R_{Sn} = \frac{R_{Pn}R_{in}}{R_{Pn} + R_{in}} (A - 1) \quad (8)$$

Diese Formel behalten wir zunächst im Sinn. Da wir jedoch zwei Unbekannte haben, brauchen wir eine weitere Gleichung zur Berechnung. Wir erinnern uns an die Bedingung aus dem vorigen Abschnitt, daß alle Spannungsteiler auch einen Eingangswiderstand von R_{in} aufweisen sollen. Daher formulieren wir als zweite Gleichung:

$$R_{Pn} \parallel R_{in} + R_{Sn} = R_{in} \quad (9)$$

$$\frac{R_{Pn}R_{in}}{R_{Pn} + R_{in}} + R_{Sn} = R_{in} \quad (10)$$

Auch diese Formel stellen wir nach R_{Sn} um:

$$R_{Sn} = R_{in} - \frac{R_{Pn}R_{in}}{R_{Pn} + R_{in}} \quad (11)$$

Nach Gleichsetzen von (8) und (11) erhalten wir:

$$R_{in} - \frac{R_{Pn}R_{in}}{R_{Pn} + R_{in}} = \frac{R_{Pn}R_{in}}{R_{Pn} + R_{in}} (A - 1) \quad (12)$$

Nach Vereinfachung ergibt sich eine simple Formel zur Berechnung aller R_{Pn} :

$$R_{Pn} = \frac{R_{in}}{A - 1} \quad (13)$$

Nach Einsetzen von (13) in (11) und Vereinfachung erhalten wir dann die Formel für alle R_{Sn} :

$$R_{Sn} = \frac{R_{in}(A - 1)}{A} \quad (14)$$

Nun können alle Widerstandswerte berechnet und zum nächsten Normwert gerundet werden. In unserem Fall folgt nach dem Lautstärkesteller eine Pufferstufe, weshalb wir R_{in} auf 7,5 kΩ festlegen können, um die errechneten Werte nicht zu groß oder klein werden zu lassen.