$\boxed{z^{-1}}$ **Klangstellnetzwerk**

Um die internen Wechselwirkungen des Netzwerkes möglichst gut bei der Implementierung nachzubilden wurde das zeitkontinuierliche System mittels bilinearer Transformation diskretisiert. Hierzu war es notwendig, die Übertragungsfunktion des analogen Systems zu ermitteln. Die Brückenschaltung wurde im ersten Schritt in zwei Teile, eine obere und eine untere Brückenhälfte, aufgeteilt.

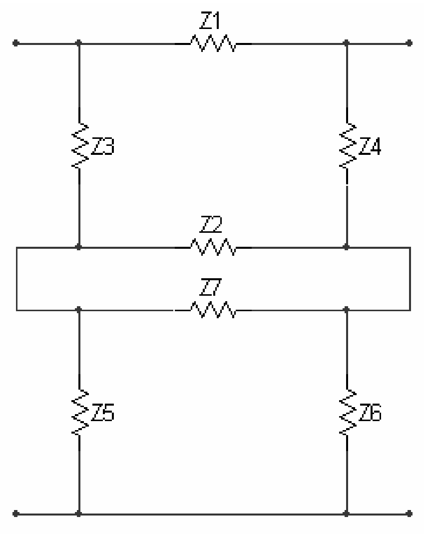

Abbildung 25 – Brückenhälften des Klangstellnetzwerkes

$$(Z)_{oben} = \begin{bmatrix} Z3 \cdot (Z1 + Z2 + Z4) & Z3 \cdot Z4 \\ Z3 \cdot Z4 & Z4 \cdot (Z1 + Z2 + Z3) \end{bmatrix}$$

$$(Z)_{unten} = \frac{1}{Z5 + Z6 + Z7} \cdot \begin{bmatrix} Z5 \cdot (Z6 + Z7) & Z5 \cdot Z6 \\ Z5 \cdot Z6 & Z6 \cdot (Z5 + Z7) \end{bmatrix}$$

$$(Z) = (Z)_{oben} + (Z)_{unten}$$

Daraus ergibt sich die zeitkontinuierliche Übertragungsfunktion zu

$$H(s) = \left.\frac{z_{21}}{z_{11}}\right|_{i_2=0}$$

$$H(s) = \frac{Z3 \cdot Z4 \cdot (Z5 + Z6 + Z7) + Z5 \cdot Z6 \cdot (Z1 + Z2 + Z3 + Z4)}{Z3 \cdot (Z1 + Z2 + Z3) \cdot (Z5 + Z6 + Z7) + Z5 \cdot (Z6 + Z7) \cdot (Z1 + Z2 + Z3 + Z4)}$$

mit

$$Z1 = \frac{1}{s \cdot C_5} + (1 - k_1) \cdot R_{15}$$

$$Z2 = Z7 = \frac{1}{s \cdot C_7 \cdot 0{,}5}$$

$$Z3 = R_{11}$$

$$Z4 = k_1 \cdot R_{15}$$

$$Z5 = \frac{1}{s \cdot C_6} + k_2 \cdot R_{13} \quad \text{und}$$

$$Z6 = R_{12} + k_3 \cdot R_{14}\,.$$

Die Randbedingung $i_2 = 0$ lässt sich elektrotechnisch selbstverständlich nicht einhalten. Dennoch wird hier von dieser Vereinfachung Gebrauch gemacht da der Einfluss der Last in dieser Konfiguration vernachlässigbar klein ist ($\min(|Z_L|) \approx 200k\Omega$ bei $20kHz$). Die Koeffizienten k_1, k_2 und k_3 stehen der Reihenfolge nach für Treble-, Middle- und Bassregler und können Werte zwischen $k_\nu = 0$ und 1 (also Werte zwischen 0% und 100%) annehmen.

Setzt man die Werte der entsprechenden Bauteile ein und setzt

$$s = \left.\frac{2}{T} \cdot \frac{z-1}{z+1}\right|_{T=1/48kHz}$$