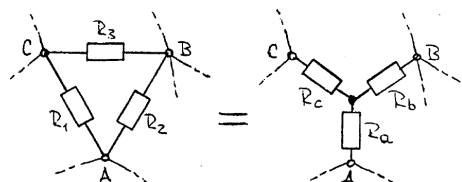


1 Netzwerkanalyse Skript S. 2-29

Bevor mit einer Netzwerkanalyse begonnen wird, sollte die Schaltung vereinfacht werden (Zusammenfassung von Widerständen, Umwandlungen von Spannungs-/Stromquellen oder auch die Stern-Dreieck-Umwandlung). Eine Ersatzspannungsquelle wird auch *Quelle nach Thévenin/Helmholtz* und die Ersatzstromquelle wird auch *Quelle nach Norton/H.F. Mayer* genannt.

1.1 Stern-Dreieck-Umwandlung Skript S. 2-22



Umwandlung $\Delta \rightarrow Y$:
Umwandlung $Y \rightarrow \Delta$:
Bei gleichen Widerständen:
 Siehe auch S. 18 im Formelbuch.

$$R_0 = R_1 + R_2 + R_3$$

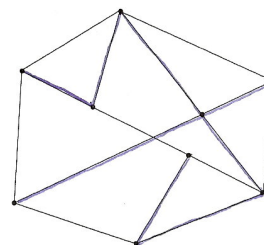
$$R_a = \frac{R_1 R_2}{R_0}$$

$$R_1 = R_a R_0 \left(\frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_c} \right)$$

$$R_Y = \frac{R_\Delta}{3}$$

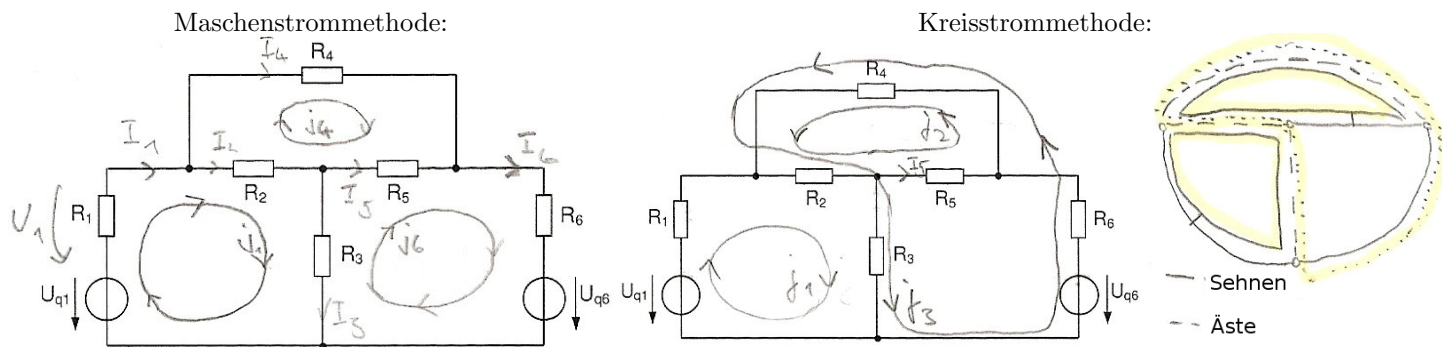
1.2 Begriffe Skript S. 2-29

Begriff	Definition	Bsp. rechts
Knoten	Verbindungspunkte	$k = 9$
Zweige	Verbindungen zw. Knoten	$z = 15$
Äste	Verbindungen an einem Stk.	$k - 1 = 8$
Sehnen	Nichtverbundene Strecken	$z - k + 1 = 8$
Planares Netzwerk	in einer Ebene aufzeichnen	ja



1.3 Maschen- und Kreisstrommethode Skript S. 2-32

Der Unterschied zwischen diesen beiden Analysemethoden ist einfach, dass die Kreisstrommethode allgemeiner ist. Bei der Maschenmethode wird jede Masche als Kreis behandelt, bei der Kreisstrommethode können Kreise auch als „Nicht-Maschen“ angesehen werden. Besonders bei der Maschenstrommethode kann die Matrix durch Einzeichnungen der Bezugspfeile in dieselbe Richtung enorm vereinfacht werden. Siehe auch S. 32 im Formelbuch.



Passende Matrix zur Maschenstrommethode:

$$\begin{bmatrix} +R_1 + R_2 + R_3 & -R_2 & -R_3 \\ -R_2 & +R_2 + R_4 + R_5 & -R_5 \\ -R_3 & -R_5 & +R_3 + R_5 + R_6 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} j_1 \\ j_4 \\ j_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +U_{q1} \\ 0 \\ -U_{q6} \end{bmatrix}$$

Passende Matrix zur Kreisstrommethode:

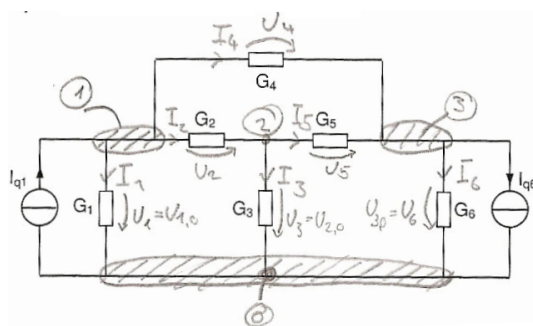
$$\begin{bmatrix} +R_1 + R_2 + R_3 & +R_2 & +R_2 + R_3 \\ +R_2 & +R_2 + R_4 + R_5 & +R_2 + R_4 \\ +R_2 + R_3 & +R_2 + R_4 & +R_2 + R_3 + R_4 + R_6 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} j_1 \\ j_2 \\ j_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +U_{q1} \\ 0 \\ +U_{q6} \end{bmatrix}$$

Der Vorteil der Kreisstrommethode gegenüber der Maschenstrommethode ist der, dass ein gewünschter Strom direkt aus der Gleichung ausgerechnet werden kann. In diesem Beispiel wäre bspw. $I_5 = j_2$.

Die Ausrechnung einer Matrix mit dem TI-89 funktioniert so (Beispiel Maschenmethode):

$$rref([R_1 + R_2 + R_3, -R_2, -R_3, U_{q1}; -R_2, \dots])$$

1.4 Knotenpotentialmethode Skript S. 2-35



Bei dieser Methode wird immer mit *Leitwerten* G und (idealen) *Stromquellen* gerechnet. Siehe auch S. 33 im Formelbuch.

$$\begin{bmatrix} +G_1 + G_2 + G_4 & -G_2 & -G_4 \\ -G_2 & +G_2 + G_3 + G_5 & -G_5 \\ -G_4 & -G_5 & +G_4 + G_5 + G_6 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +I_{q1} \\ 0 \\ -I_{q6} \end{bmatrix}$$

1.5 Aspekte zur Wahl der Methode Skript S. 2-42

Die *Art der gegebenen Quellen* ist wohl die wichtigste Entscheidungsgrundlage:

Kreisstrommethode: Spannungsquellen

Knotenpotentialmethode: Stromquellen

Die *Anzahl Gleichungen* kann auch entscheidend sein:

Kreisstrommethode: $z - k + 1$ – Anzahl idealer Stromquellen

Knotenpotentialmethode: $k - 1$ – Anzahl idealer Spannungsquellen

Ein kleines Argument dürften die *gesuchten Grössen* sein (Umformung durch $U = R \cdot I$):

Kreisstrommethode: (Sehnen-) Ströme

Knotenpotentialmethode: (Knoten-) Spannungen

2 Allgemeine Formeln

Bezeichnung	Buch S. ¹	Formel	Masseinheit
Elektrische Feldstärke:	40, 56	$E = \frac{F}{Q} = \frac{U}{l}$	$[E] = \frac{V}{m}$
Stromdichte:	57 („S“)	$J = \frac{I}{A} = \frac{U\sigma}{l} = E\sigma$	$[J] = 1 \cdot 10^{-6} \frac{A}{mm^2} = 1 \frac{A}{mm^2}$
Leistung	8, (64)	$P = UI = I^2R = \frac{U^2}{R}$	
Max. Leistung bei Leistunsanpassung:	11	$P_{max} = \frac{U_a^2}{4R_i} = \frac{R_i I_a^2}{4}$	
Arbeit	(65)	$W = Pt = UIt$	
Ladung:	1, 47	$Q = It = CU$	$[Q] = As = C$
Leistungsdichte im Strömungsfeld:	64	$p = EJ = \sigma E^2 = \rho J^2$	$[p] = \frac{V}{m} \frac{A}{m^2} = \frac{W}{m^3}$
Spez. Widerstand:	58	$R = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{l}{\sigma \cdot A}$	
Spez. Widerstand (rho):	58	$\rho = \frac{RA}{l}$	$[\rho] = \Omega m$ oder $[\rho] = \frac{\Omega mm^2}{m}$
Spez. Leitfähigkeit (sigma, gamma, kappa):	58	$\sigma = \gamma = \kappa = \frac{1}{\rho}$	$[\sigma] = \frac{1}{\Omega m} = \frac{S}{m}$
Temperaturabh. Widerstand:	3	$\Delta R = R_{20} \alpha_{20} \Delta \vartheta$	
Temperaturkoeffizient:	3	$\alpha_{20} = \frac{\Delta R}{R_{20} \Delta \vartheta}$	$[\alpha] = \frac{\Omega}{\Omega K} = \frac{1}{K}$

¹Formelbuch: „Taschenbuch der Elektrotechnik“ (Kories, Harri-Verlag)