

Name, Vorname	Testat	

Aufgabe 1: Berechnung eines Gleichstromkreises

Die nachfolgende Abbildung (**Fig. 1**) zeigt ein Netzwerk aus Widerständen und Gleichspannungsquellen.

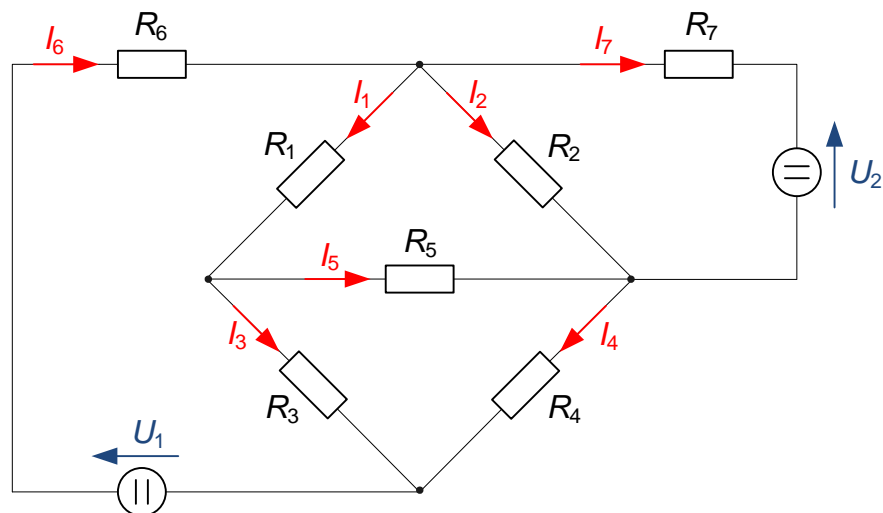


Fig. 1: Netzwerk mit Spannungsquellen und Widerständen

Berechnen Sie mit dem Verfahren des vollständigen Baumes die Ströme I_1 bis I_7 . Benutzen Sie für die Berechnung folgende Werte:

$$\begin{aligned}
 E_1 &= 10 \text{ V}, & E_2 &= 5 \text{ V} \\
 R_1 &= 1 \, \Omega, & R_2 &= 1 \, \Omega \\
 R_3 &= 2 \, \Omega, & R_4 &= 1 \, \Omega \\
 R_5 &= 5 \, \Omega, & R_6 &= 1 \, \Omega \\
 R_7 &= 2 \, \Omega.
 \end{aligned}$$

Aufgabe 2: Galvanisierungsanlage

In einem Galvanisierungsbad (siehe **Fig. 2**) soll eine Kupferkugel mit dem Durchmesser $D = 10\text{ cm}$ mit einer dünnen Goldschicht gleichmässig überzogen werden. Die Gegenelektrode ist ein konzentrisch angeordnetes kugelförmiges Drahtnetz aus Gold. Damit sich ein haftender Belag ausbildet, ist die Stromdichte beim Niederschlag am Werkstück auf $J = 0,05\text{ A/cm}^2$ begrenzt.

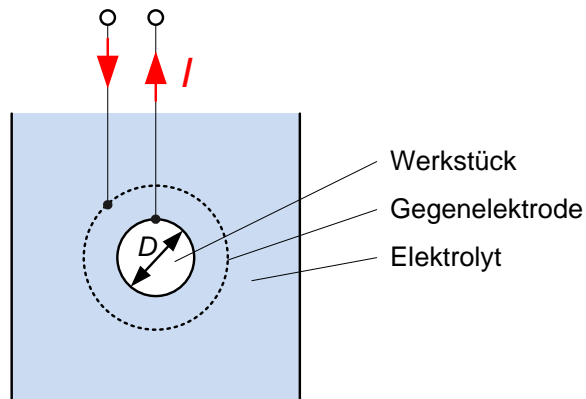


Fig. 2: Schema der Galvanisierungseinrichtung

Kenngrößen für Gold:	Relative Atommasse:	$A_r = 196,967$
	Chemische Wertigkeit:	$z = 3$
	Dichte:	$\rho = 19,3\text{ g/cm}^3$

Die chemische Wertigkeit z gibt an, wie viele Elementarladungen pro Goldion transportiert werden. Die Masse eines Goldatoms berechnet sich mit Hilfe von $m_A = A_r \cdot u$, wobei $u = 1,66057 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$ als atomare Masseinheit (entspricht einem Zwölftel der Masse eines Atoms des Kohlenstoff-Isotops ^{12}C) bezeichnet wird.

- Welche Goldmasse m schlägt sich an der Kathode nieder, wenn die Schichtdicke $d = 5\text{ }\mu\text{m}$ betragen soll?
- Wie lange dauert es, bis bei der zulässigen Stromdichte J die vorgeschriebene Schichtdicke erreicht ist?
- Mit welcher Stromstärke I läuft der Galvanisierungsprozess ab?

Aufgabe 3: Überlagerungsverfahren

Gegeben sind die in **Fig. 3** dargestellten Netzwerke, in denen jeweils der Strom I gesucht ist. Bestimmen Sie den Strom I jeweils mit Hilfe des Überlagerungsverfahrens aus den durch die Strom- und Spannungsquellen hervorgerufenen Anteilen des Stromes I .

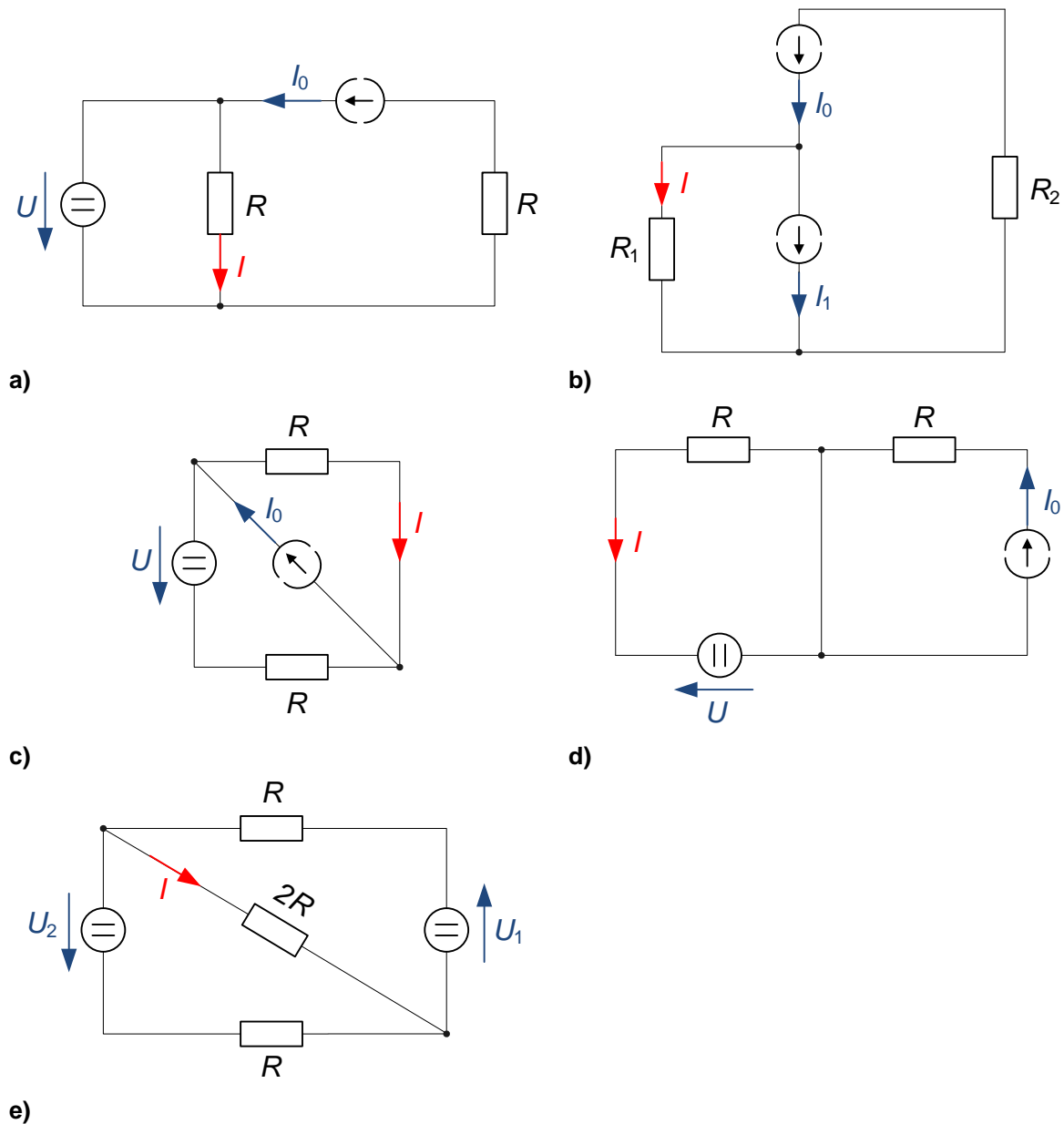


Fig. 3: Netzwerke mit Strom- und Spannungsquellen sowie Widerständen

Aufgabe 4: Ersatzgrößen von Netzwerken

Bestimmen Sie für die in **Fig. 4** dargestellten Netzwerke jeweils die Kenngrößen Leerlaufspannung U_L , Kurzschlussstrom I_K und Innenwiderstand R_i der Ersatzzweipolquellen bezüglich der Klemmen A und B. Geben Sie jeweils ein einfaches Ersatznetzwerk an, welches dasselbe Klemmenverhalten aufweist.

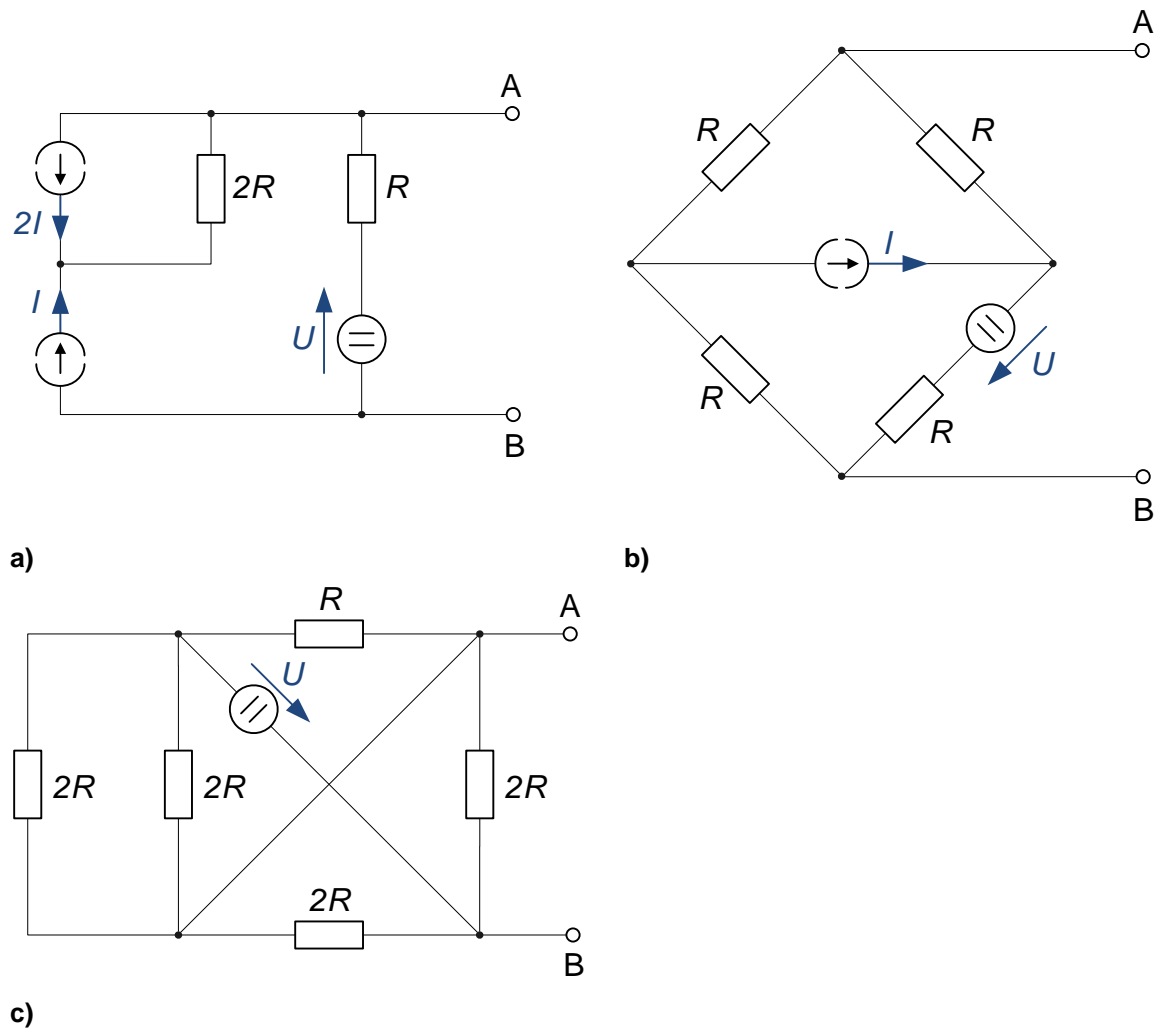


Fig. 4: Netzwerke mit Strom- und Spannungsquellen sowie Widerständen

Aufgabe 5: Trolleybus-Fahrleitung (Nicht testatpflichtig)

Ein Nahverkehrsunternehmen wird im Rahmen einer Stadterweiterung veranlasst, eine Trolleybuslinie von einer Endhaltestelle A_1/A_2 ausgehend in eine Neubausiedlung zu erweitern. Die Energieeinspeisung erfolgt von der besagten Endhaltestelle aus. **Fig. 5** zeigt das Schema der Streckenerweiterung.

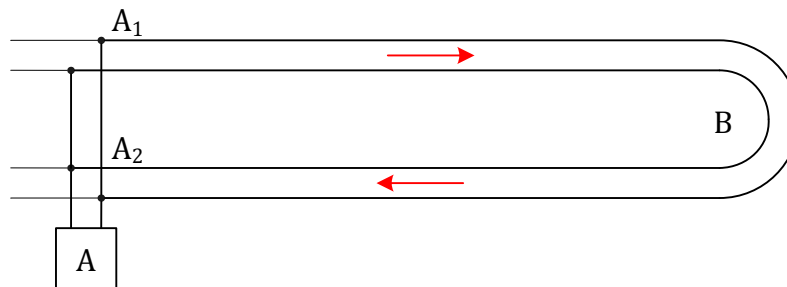


Fig. 5: Streckenschema einer erweiterten Trolleybuslinie.

An der Einspeisestelle A darf die starre Spannung U_n vorausgesetzt werden. Die neue Haltestelle B ist $L = 1$ km von der alten Endhaltestelle A_1/A_2 entfernt, die neue Fahrleitung hat demnach die Länge $2L$.

Daten der Anlage:

Nennspannung	U_n	=	600 V
Länge der Erweiterung:	L	=	1 km
Querschnitt eines Oberleitungsdrahtes:	A	=	107 mm ²
Spez. Widerstand des Oberleitungsmaterials:	ρ	=	0,018 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
Nennstrom eines Trolleybusfahrzeuges:	I_n	=	560 A

Testfahrt:

Geschwindigkeit des Trolleybusses:	v_b	=	30 km/h
Stromaufnahme:	I_b	=	250 A

- Berechnen Sie die Spannung U zwischen den Oberleitungsschleifstellen des Trolleyfahrzeuges abhängig vom Fahrweg X , ausgehend von der Stelle A_1 , bezogen auf den Gesamtfahrweg $2L$ bis zur Stelle A_2 bei Entnahme des Nennstromes aus der Fahrleitung.
- Welche Energie W_v geht bei einer Testfahrt durch Verluste in der Oberleitung verloren?
- Es wird vorgeschlagen, genau auf halber Strecke zwischen den Punkten $A_{1/2}$ und B die beiden Oberleitungspaare elektrisch zu verbinden (wie an der Einspeisestelle A). Welche Energie W_e wird pro Testfahrt eingespart?
- Zeichnen Sie die Verlustleistung als Funktion des bezogenen Weges $X / 2L$ für die Bedingung der Testfahrt für die ursprüngliche Anordnung und die Anordnung mit Zwischenverbindung nach Frage c) auf.

Aufgabe 6: Kompensationsverfahren (Nicht testatpflichtig)

In dieser Aufgabe soll die Spannung U_x , die ein Thermoelement liefert, möglichst genau gemessen werden. Das Thermoelement und die zur Verfügung stehenden Elemente sind in **Fig. 6** dargestellt. Eine nahe liegende Methode wäre, ein Spannungsmessgerät direkt an das Thermoelement anzuschliessen. Dies funktioniert nur dann hinreichend genau, wenn der Widerstand des Messgerätes sehr gross gegenüber dem Innenwiderstand des Messobjekts ist. In dieser Aufgabe sollen Sie daher Methoden überlegen, welche diese Einschränkung nicht aufweisen.

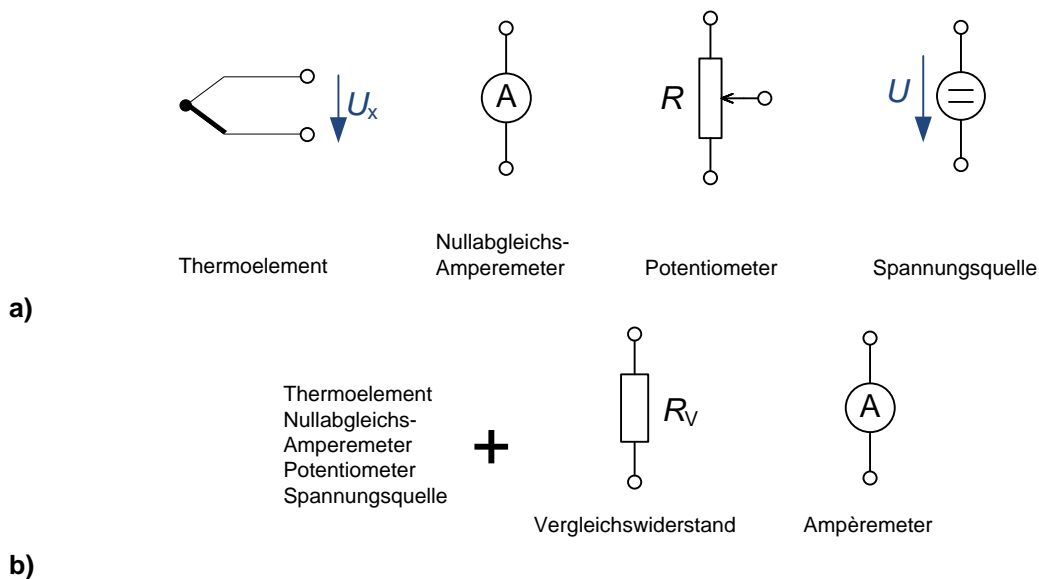


Fig. 6: Thermoelement und Bauteile

- a) Bauen Sie mit den in **Fig. 6a)** gegebenen Elementen eine Schaltung an die Klemmen A und B des Thermoelements, so dass die Spannung zwischen diesen Klemmen möglichst genau bestimmt werden kann. Das Amperemeter für den Nullabgleich zeigt an, ob ein Strom durch eine Leitung fließt. Der Widerstandswert des Potentiometers R kann aus der Stellung des Schleifkontaktes genau bestimmt werden, die Spannung der Spannungsquelle U ist genau bekannt.
- b) Versuchen Sie mit den in **Fig. 6b)** gegebenen Elementen eine zu **a)** alternative Anordnung zu finden. Wir haben hier zusätzlich einen Vergleichswiderstand R_V und ein präzise arbeitendes Strommessgerät.

Hinweis: Ein Thermoelement, bestehend aus zwei verschweissten, sich thermoelektrisch unterschiedlich verhaltenden Metallen, liefert eine Spannung, die proportional zur absoluten Temperatur ist, und kann für die Überlegungen in dieser Aufgabe näherungsweise durch eine ideale Spannungsquelle und einen Innenwiderstand ersetzt werden.