

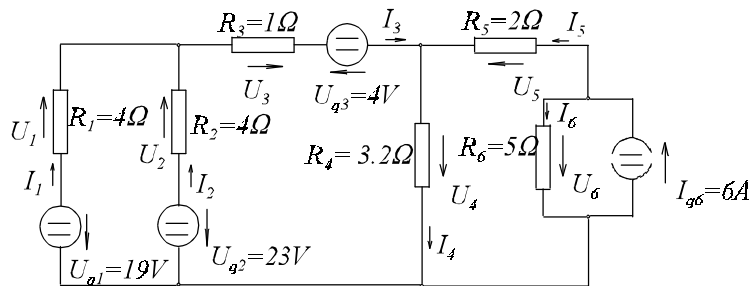
Inhaltsverzeichnis: Wiederholungsaufgaben (Lösungswege)

Wiederholungsaufgabe 1	2
Wiederholungsaufgabe 1A	2
Wiederholungsaufgabe 1B	3
Wiederholungsaufgabe 1C	3
Wiederholungsaufgabe 1D	5
Wiederholungsaufgabe 1E	6
Wiederholungsaufgabe 1F	8
Wiederholungsaufgabe 1 G	10
Wiederholungsaufgabe 2	12
Wiederholungsaufgabe 2 A	12
Wiederholungsaufgabe 2 B	14
Wiederholungsaufgabe 2 C	16
Wiederholungsaufgabe 2 D	18
Wiederholungsaufgabe 2 E	21
Wiederholungsaufgabe 2 F	23
Wiederholungsaufgabe 2 G	25
Wiederholungsaufgabe 3	26
Wiederholungsaufgabe 4	27
Wiederholungsaufgabe 5	27
Wiederholungsaufgabe 6	28
Wiederholungsaufgabe 7	29
Wiederholungsaufgabe 8	29
Wiederholungsaufgabe 9	29
Wiederholungsaufgabe 10	30
Wiederholungsaufgabe 11	30
Wiederholungsaufgabe 12	30
Wiederholungsaufgabe 16	31
Wiederholungsaufgabe 22	31

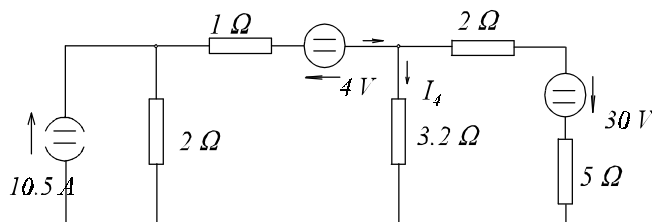
Wiederholungsaufgabe 1

Wiederholungsaufgabe 1A

I_4 -Berechnung mittels Netzumwandlung



Gegebenes Netzwerk

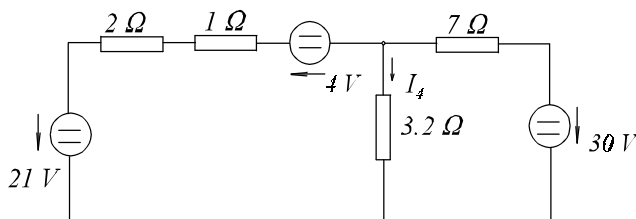


1. Umformung

$$\frac{19}{4} + \frac{23}{4} = 10.5$$

$$4 \parallel 4 = 2$$

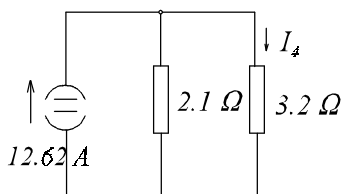
$$6 \cdot 5 = 30$$



2. Umformung

$$10.5 \cdot 2 = 21$$

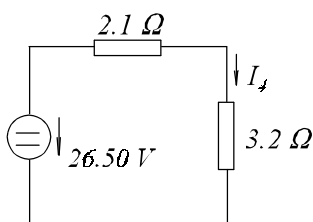
$$2 + 5 = 7$$



3. Umformung

$$\frac{30}{7} + \frac{25}{3} = 12.62$$

$$\frac{3 \cdot 7}{3 + 7} = 2.1$$



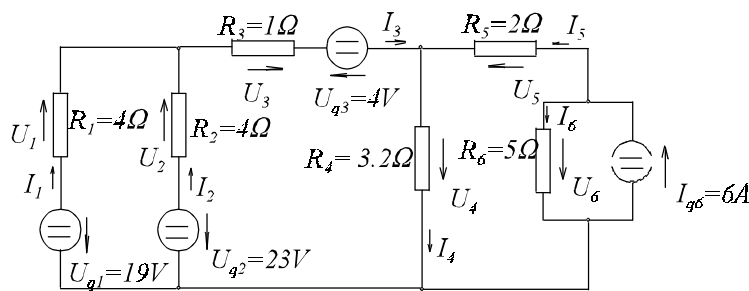
4. Umformung

$$12.62 \cdot 2.1 = 26.50$$

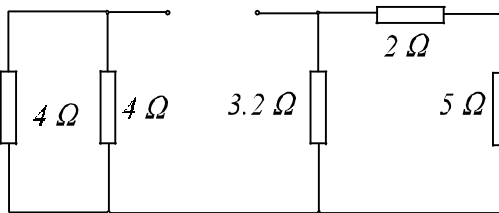
Ergebnis 1A: $I_4 = \frac{26.50 \text{ V}}{2.1 \Omega + 3.2 \Omega} = 5 \text{ A}$

Wiederholungsaufgabe 1B

I₃-Berechnung mittels Ersatzquellen

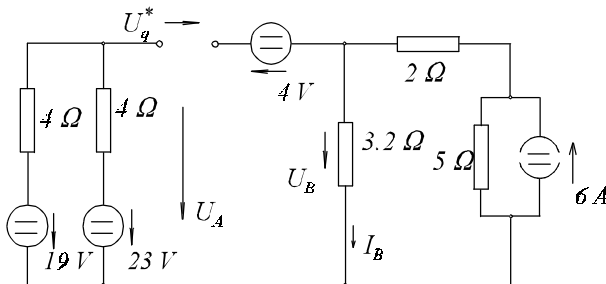


Gegebenes Netzwerk



ESB für R_q^* :

$$R_q^* = \frac{4\Omega}{2} + \frac{3.2\Omega * 7\Omega}{3.2\Omega + 7\Omega} = 4.196\Omega$$



ESB für U_q^* :

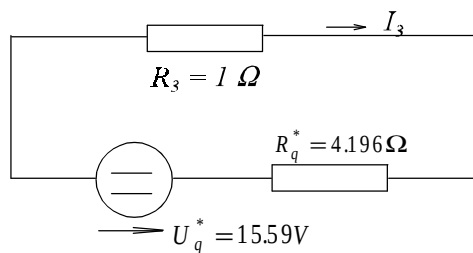
$$U_A = \frac{19\Omega + 23V}{2} = 21\Omega$$

$$3.2\Omega + 2\Omega = 5.2\Omega$$

$$I_B = 6A * \frac{5\Omega}{5.2\Omega + 5\Omega} = 2.941A$$

$$U_B = 2.941A * 3.2\Omega = 9.411V$$

$$U_q^* = U_A + 4V - U_B = 21V + 4V - 9.411V = 15.59V$$

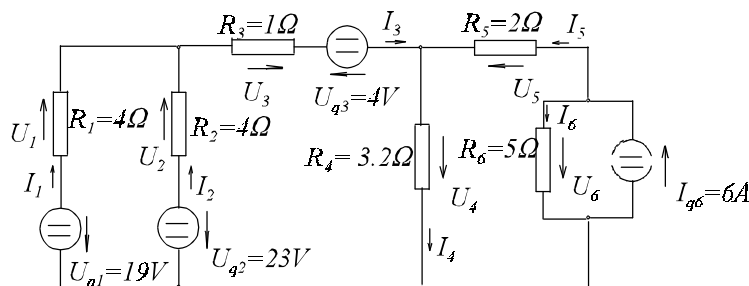


Ersatz-ESB

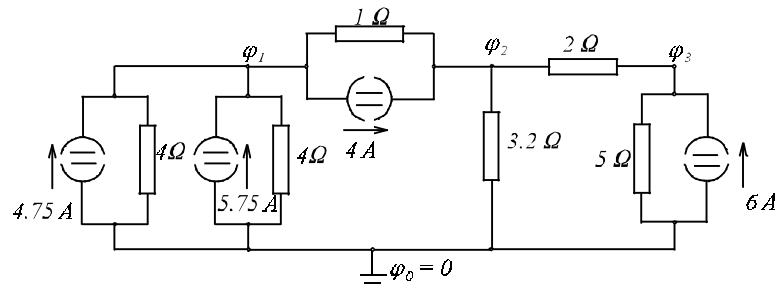
Ergebnis 1B:
$$I_3 = \frac{U_q^*}{R_q^* + R_3} = \frac{15.59V}{4.196\Omega + 1\Omega} = 3A$$

Wiederholungsaufgabe 1C

Manuelles Knotenpunkt-Potential-Verfahren



Gegebenes Netzwerk



Wandlung der Stromquellen in
Spannungsquellen und Einzeich-
nen der $k-1=3$ Potentiale

Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems:

$\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{1}$	$-\frac{1}{1}$	0
$-\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1} + \frac{1}{3.2} + \frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$
0	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2} + \frac{1}{5}$

 S

φ_1
φ_2
φ_3

 $=$

$4.75 + 5.75 - 4$
4
6

 A

1.5	-1	0
-1	1.8125	-0.5
0	-0.5	0.7

 S

φ_1
φ_2
φ_3

 $=$

6.5
4
6

 V

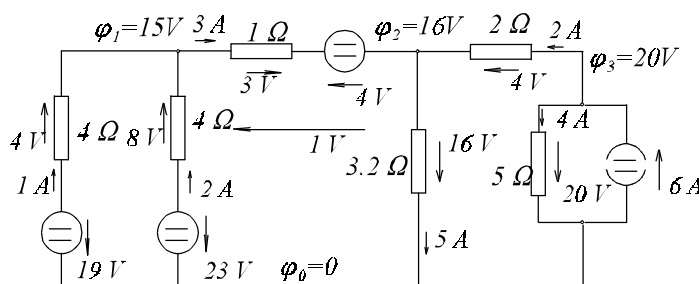
x_1	x_1	x_1	k	Σ
1.5	-1	0	6.5	7.0
-1.5	2.71875	-0.75	6	6.46875
-1	1.8125	-0.5	4	4.3125
1	-1.8125	0.5	-4	-4.3125
0	-0.5	0.7	6	6.2
	1.71875	-0.75	12.5	13.46875
	-1.71875	2.40625	20.625	21.3125
	-0.5	0.7	6	6.2
	1	-1.4	-12	-12.4
		1.65625	33.125	34.78125
		1	20	21

$$x_3 = 20$$

$$x_2 = 1.4 \cdot x_3 - 12 = 1.4 \cdot 20 - 12 = 16$$

$$x_1 = 1.8125 \cdot x_2 + 0.5 \cdot x_3 - 4 = 1.8125 \cdot 16 - 0.5 \cdot 20 - 4 = 15$$

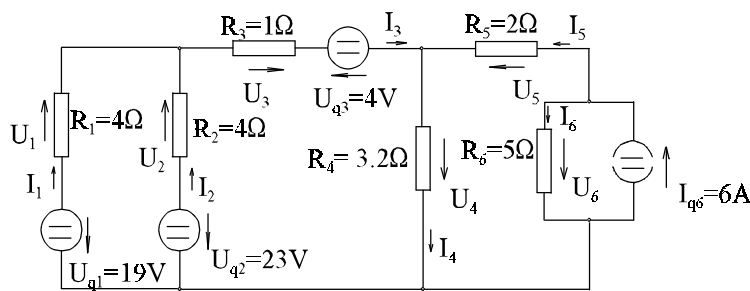
$$\varphi_1 = 15 \text{ V} \quad \varphi_2 = 16 \text{ V} \quad \varphi_3 = 20 \text{ V}$$



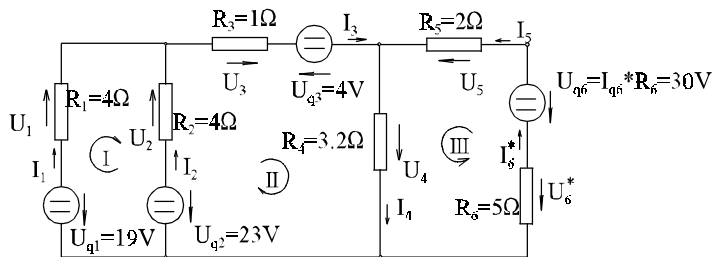
Einzeichnen der Potentiale in das gegebene
Netzwerk. Ströme und Spannungen ergeben
sich nach Kirchhoff.

Wiederholungsaufgabe 1D

Manuelles Maschenstrom-Verfahren



Gegebenes Netzwerk



Umformung

Stromquelle in Spannungsquelle gewandelt, Maschenrichtungen eingezeichnet

$$k = 4$$

$$z = 6$$

$$m = 2 \cdot (k-1) = 6 - (4-1) = 3$$

Festlegung der Maschenzahl

Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems:

$R_1 + R_2$	$-R_2$	0
$-R_2$	$R_2 + R_3 + R_4$	R_4
0	R_4	$R_4 + R_5 + R_6$

I_1'	$=$	$U_{q1} - U_{q2}$
I_2'		$U_{q2} + U_{q3}$
I_3'		$I_{q6} \cdot R_6$

8	-4	0
-4	8.2	3.2
0	3.2	10.2

 Ω

I_1'	$=$	-4
I_2'		27
I_3'		30

V

x_1	x_2	x_3	k	Σ
8	-4	0	-4	0
1	-0.5	0	-0.5	0
-4	8.2	3.2	27	34.2
4	-2	0	-2	0
0	3.2	10.2	30	43.4
	6.2	3.2	25	34.4
	-6.2	-19.7625	-58.125	-84.0815
	3.2	10.2	30	43.4
	1	3.1875	9.375	13.5625
		-16.5625	-33.125	-49.6875
		1	2	3

$$x_3 = 2$$

$$x_2 = 9.375 - 3.1875 \cdot x_1 = 9.375 - 3.1875 \cdot 2 = 3$$

$$x_1 = -0.5 + 0.5 \cdot x_2 = -0.5 + 0.5 \cdot 3 = 1$$

$$\begin{aligned} I_1' &= 1 \text{ A} & I_2' &= 3 \text{ A} & I_3' &= 2 \text{ A} \\ I_1 &= I_1' = 1 \text{ A} \\ I_2 &= I_2' - I_1' = 3 \text{ A} - 1 \text{ A} = 2 \text{ A} \\ I_3 &= I_2' = 3 \text{ A} \\ I_4 &= I_2' + I_3' = 3 \text{ A} + 2 \text{ A} = 5 \text{ A} \\ I_5 &= I_3' = 2 \text{ A} \\ I_6^* &= I_3' \end{aligned}$$

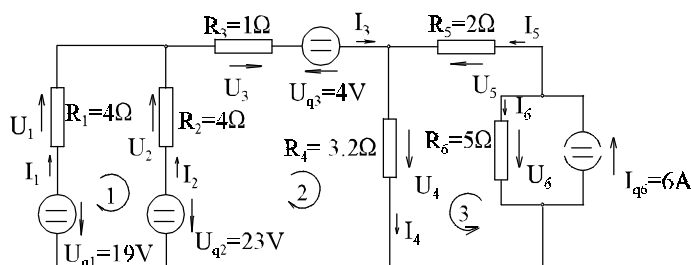
Wichtig: Umrechnen der „*“ Größen des umgewandelten Netzwerkes in Ströme und Spannungen des gegebenen Netzwerkes mit Hilfe der Kirchhoffschen Gesetze.

$$I_6^* + I_6 = I_{q6} \quad I_6 = I_{q6} - I_6^* = 6 \text{ A} - 2 \text{ A} = 4 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} U_1 &= I_1 \cdot R_1 = 1 \text{ A} \cdot 4 \Omega = 4 \text{ V} \\ U_2 &= I_2 \cdot R_2 = 2 \text{ A} \cdot 4 \Omega = 8 \text{ V} \\ U_3 &= I_3 \cdot R_3 = 3 \text{ A} \cdot 1 \Omega = 3 \text{ V} \\ U_4 &= I_4 \cdot R_4 = 5 \text{ A} \cdot 3.2 \Omega = 16 \text{ V} \\ U_5 &= I_5 \cdot R_5 = 2 \text{ A} \cdot 2 \Omega = 4 \text{ V} \\ U_6 &= I_6 \cdot R_6 = 4 \text{ A} \cdot 5 \Omega = 20 \text{ V} \end{aligned}$$

Wiederholungsaufgabe 1E

Maschen-Knotenanalyse



Gegebenes Netzwerk mit schon eingezeichneten Maschenrichtungen

Wichtig ist, die Anzahl der Maschen- und Knotengleichungen zu bestimmen, da sonst das Gleichungssystem nicht eindeutig lösbar ist:

$$k = 4 \quad z = 6 \quad m = 2 - (k - 1) = 6 - (4 - 1) = 3$$

Damit sind $m=3$ Maschengleichungen und $k-1 = 3$ Knotengleichungen aufzustellen:

$$\begin{aligned} \text{M1:} \quad & R_1 \cdot I_1 - R_2 \cdot I_2 = U_{q1} - U_{q2} \\ \text{M2:} \quad & R_2 \cdot I_2 + R_3 \cdot I_3 + R_4 \cdot I_4 = U_{q2} + U_{q3} \\ \text{M3:} \quad & R_4 \cdot I_4 + R_5 \cdot I_5 - R_6 \cdot I_6 = 0 \\ \text{k1:} \quad & I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ \text{k2:} \quad & I_3 + I_5 - I_4 = 0 \\ \text{k3:} \quad & I_6 + I_5 = I_{q6} \end{aligned}$$

Lösen des Gleichungssystems:

R_1	$-R_2$					I_1	$U_{q1} - U_{q2}$
	R_2	R_3	R_4			I_2	$U_{q2} + U_{q3}$
			R_4	R_5	$-R_6$	I_3	0
1	1	-1				I_4	0
		1	-1	1		I_5	0
				1	1	I_6	I_{q6}

4Ω	-4Ω					I_1	-4 V
	4Ω	1Ω	3.2Ω			I_2	27 V
			3.2Ω	2Ω	-5Ω	I_3	0
1	1	-1				I_4	0
		1	-1	1		I_5	0
				1	1	I_6	6 A

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	k_i	Σ
1	-1	0	0	0	0	-1	-1
0	4	1	3.2	0	0	27	35.2
0	0	0	3.2	2	-5	0	0.2
1	1	-1	0	0	0	0	1
-1	1	0	0	0	0	1	1
0	0	1	-1	1	0	0	1
0	0	0	0	1	1	6	8
4	1	3.2	0	0	0	27	35.2
-4	2	0	0	0	0	-2	-4
0	0	3.2	2	-5	0	0	0.2
2	-1	0	0	0	0	1	2
1	-0.5	0	0	0	0	0.5	1
0	1	-1	1	0	0	0	1
0	0	0	1	1	6	8	8
3	3.2	0	0	2.5	31.2		
-3	3	-3	0	0	-3		
0	3.2	2	-5	0	0.2		
1	-1	1	0	0	1		
0	0	1	1	6	8		
6.2	-3	0	25	28.2			
3.2	2	-5	0	0.2			
0	5	5	30	40			
0	1	1	6	8			
6.2	-3		25	28.2			
-6.2	-		-58.125	-77.8875			
	13.5625						
3.2	7		30	40.2			
1	2.1875		9.375	12.5625			
	-		-33.125	-49.6875			
	16.5625		2	3			
	1						

$$x_5 = 2$$

$$x_4 = 9.375 - 2.1875 \cdot x_5 = 9.375 - 2.1875 \cdot 2 = 5$$

$$x_6 = 6 - x_5 = 6 - 2 = 4$$

$$x_3 = x_4 - x_5 = 5 - 2 = 3$$

$$x_2 = 0.5 + 0.5 \cdot x_3 = 0.5 + 0.5 \cdot 3 = 2$$

$$x_1 = -1 + x_2 = -1 + 2 = 1$$

$$I_1 = 1 \text{ A}$$

$$I_2 = 2 \text{ A}$$

$$I_3 = 3 \text{ A}$$

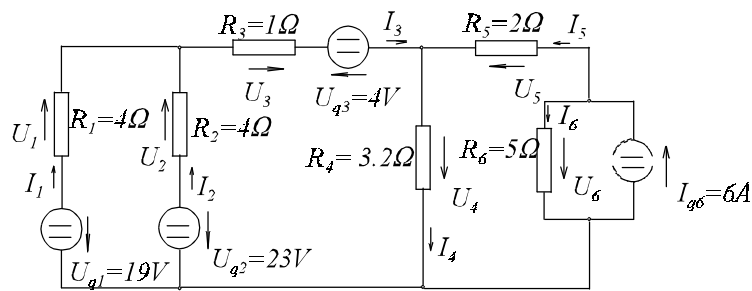
$$I_4 = 5 \text{ A}$$

$$I_5 = 2 \text{ A}$$

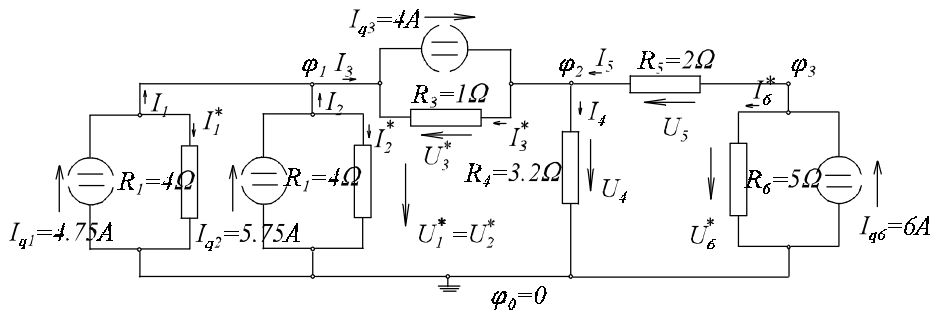
$$I_6 = 4 \text{ A}$$

Wiederholungsaufgabe 1F

Knotenpunkt-Potential-Verfahren für Rechner



Gegebenes Netzwerk



Spannungsquellen in Stromquellen gewandelt und k-1=3 Potentiale eingezeichnet

$$\bar{G} =$$

1/R ₁					
	1/R ₂				
		1/R ₃			
			1/R ₄		
				1/R ₅	
					1/R ₆

$$=$$

0.25					
	0.25				
		1			
			0.3125		
				0.5	
					0.2

S

$$\bar{I}_q =$$

U _{q1} /R ₁	4.75
U _{q2} /R ₂	5.75
U _{q3} /R ₃	4
0	0
0	0
I _{q6}	6

$$\bar{U} =$$

U ₁ [*]
U ₂ [*]
U ₃ [*]
U ₄
U ₅
U ₆

$$\bar{I} =$$

I ₁ [*]
I ₂ [*]
I ₃ [*]
I ₄
I ₅
I ₆

$$\bar{U} = \bar{K}_T^* \bar{\varphi}$$

$$\bar{U} =$$

U ₁ [*]	1		
U ₂ [*]	1		
U ₃ [*]	1	1	
U ₄			1
U ₅			1
U ₆			1

$$*$$

φ ₁
φ ₂
φ ₃

$$\bar{K}_T =$$

1	0	0
1	0	0
1	0	0
0	1	0
0	-1	1
0	0	1

$$\bar{\varphi} = [\bar{K}^* \bar{G}^* \bar{K}^T]^{-1} \bar{K}^* \bar{I}_q$$

$$\bar{U} = \bar{K}^T [\bar{K}^* \bar{G}^* \bar{K}^T]^{-1} \bar{K}^* \bar{I}_q$$

$$\bar{I} = \bar{G}^* \bar{K}^T [\bar{K}^* \bar{G}^* \bar{K}^T]^{-1} \bar{K}^* \bar{I}_q$$

```
% Programm zur Berechnung der Wiederholungsaufgabe 1, EG1
% Methode: Knotenpunkt-Potential-Verfahren für Rechner
% Filename: wha_1_KPV_R.m
% Autor: Prof. Dr. Ahlers
% erstellt: 19. Nov. 1998
```

```
clear;
```

```
R1 = 4;
R2 = 4;
R3 = 1;
R4 = 3.2;
R5 = 2;
R6 = 5;
```

```
Uq1 = 19;
Uq2 = 23;
Uq3 = 4;
Iq6 = 6;
```

```
G(1,1) = 1/R1;
G(2,2) = 1/R2;
G(3,3) = 1/R3;
G(4,4) = 1/R4;
G(5,5) = 1/R5;
G(6,6) = 1/R6;
```

```
Iq = [Uq1/R1; Uq2/R2; Uq3/R3; 0; 0; Iq6];
```

```
Kt(1,1) = 1; Kt(1,2) = 0; Kt(1,3) = 0;
Kt(2,1) = 1; Kt(2,2) = 0; Kt(2,3) = 0;
Kt(3,1) = -1; Kt(3,2) = 1; Kt(3,3) = 0;
Kt(4,1) = 0; Kt(4,2) = 1; Kt(4,3) = 0;
Kt(5,1) = 0; Kt(5,2) = -1; Kt(5,3) = 1;
Kt(6,1) = 0; Kt(6,2) = 0; Kt(6,3) = 1;
```

```
K = transpose(Kt);
```

```
phi = inv(K*G*Kt)*K*Iq
U = Kt*inv(K*G*Kt)*K*Iq
I = G*Kt*inv(K*G*Kt)*K*Iq
```

Ergebnis der Rechnerausgabe:

```
phi = 15.0000    U = 15.0000    I = 3.7500
      16.0000    15.0000    3.7500
      20.0000    1.0000    1.0000
              16.0000    5.0000
              4.0000    2.0000
              20.0000    4.0000
```

$\vec{U} =$	U_1^*	=	15 V	$\vec{I} =$	I_1^*	=	3.75 A
	U_2^*	=	15 V		I_2^*	=	3.75 A
	U_3^*	=	1 V		I_3^*	=	1 A
	U_4	=	16 V		I_4	=	5 A
	U_5	=	4 V		I_5	=	2 A
	U_6	=	20 V		I_6	=	4 A

Wichtig: Umrechnen der „*“ Größen des umgewandelten Netzwerkes in Ströme und Spannungen des gegebenen Netzwerkes mit Hilfe der Kirchhoffschen Gesetze:

$$U_1^* = U_{q1} - U_1$$

$$U_1 = U_{q1} - U_1^* = 19\text{ V} - 15\text{ V} = 4\text{ V}$$

$$U_2 = U_{q2} - U_2^* = 23\text{ V} - 15\text{ V} = 8\text{ V}$$

$$U_3 = U_{q3} - U_3^* = 4\text{ V} - 1\text{ V} = 3\text{ V}$$

$$I_{q1} = I_1 + I_1^*$$

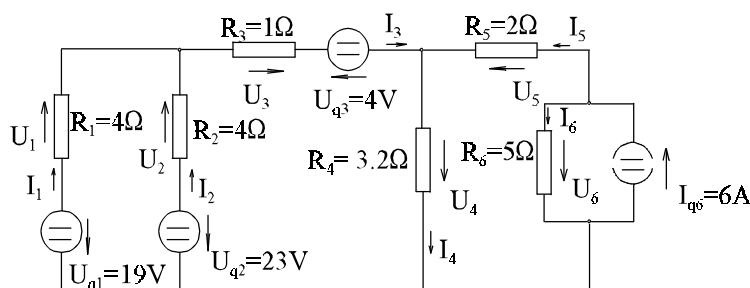
$$I_1 = I_{q1} - I_1^* = 4.75\text{ A} - 3.75\text{ A} = 1\text{ A}$$

$$I_2 = I_{q2} - I_2^* = 5.75\text{ A} - 3.75\text{ A} = 2\text{ A}$$

$$I_3 = I_{q3} - I_3^* = 4\text{ A} - 1\text{ A} = 3\text{ A}$$

Wiederholungsaufgabe 1 G

Maschenstrom-Verfahren für Rechner



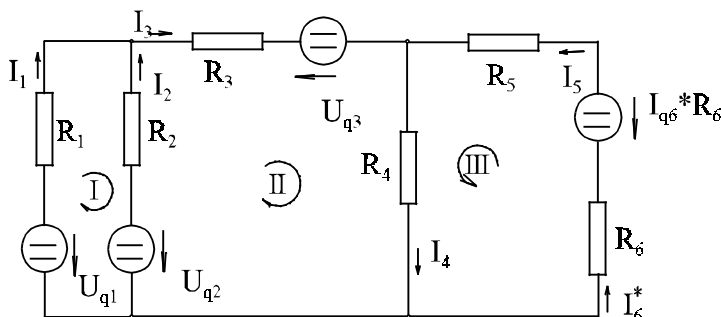
Gegebenes Netzwerk

$$k = 4$$

$$z = 6$$

$$m = 2 \cdot (k-1) = 6 - (4-1) = 3$$

Festlegung der Maschenzahl



Umformung

Stromquelle in Spannungsquelle gewandelt, Maschenrichtungen eingezeichnet

$$\bar{R} =$$

R ₁					
	R ₂				
		R ₃			
			R ₄		
				R ₅	
					R ₆

$$=$$

4					
	4				
		1			
			3.2		
				2	
					5

Ω

$$\bar{I} =$$

I ₁
I ₂
I ₃
I ₄
I ₅
I ₆ [*]

$$\bar{U} =$$

U ₁
U ₂
U ₃
U ₄
U ₅
U ₆ [*]

$$\bar{I} = \bar{C} * \bar{I}'$$

I ₁
I ₂
I ₃
I ₄
I ₅
I ₆

$$=$$

1		
-1	1	
	1	
	1	1
		1
		1

*

I ₁ '
I ₂ '
I ₃ '

$\bar{C} =$

1		
-1	1	
	1	
	1	1
		1
		1

$$\bar{U}_q =$$

U _{q1}
U _{q2}
U _{q3}
0
0
I _{q6} * R ₆

$$\bar{I} = \bar{C} * [\bar{C}^T * \bar{R} * \bar{C}]^{-1} \bar{C}_T^T * \bar{U}_q$$

$$\bar{U} = \bar{R} * \bar{C} [\bar{C}^T * \bar{R} * \bar{C}]^{-1} \bar{C}_T^T * \bar{U}_q$$

```
% Programm zur Berechnung der Wiederholungsaufgabe 1 G, EG1
% Methode:      Maschenstrom-Verfahren für Rechner
% Filename:     wha_1_MSV_R.m
% Autor:        Prof. Dr. Ahlers
% erstellt:     15. Nov. 1998
```

```
clear;
```

```
R1 = 4;
R2 = 4;
R3 = 1;
R4 = 3.2;
R5 = 2;
R6 = 5;
```

```
Uq1 = 19;
Uq2 = 23;
Uq3 = 4;
Iq6 = 6;
```

```
R(1,1) = R1;
R(2,2) = R2;
R(3,3) = R3;
R(4,4) = R4;
R(5,5) = R5;
R(6,6) = R6;
```

```
Uq = [Uq1; Uq2; Uq3; 0; 0; Iq6*R6];
```

```
C(1,1) = 1;      C(1,2) = 0;      C(1,3) = 0;
C(2,1) = -1;     C(2,2) = 1;      C(2,3) = 0;
C(3,1) = 0;      C(3,2) = 1;      C(3,3) = 0;
C(4,1) = 0;      C(4,2) = 1;      C(4,3) = 1;
C(5,1) = 0;      C(5,2) = 0;      C(5,3) = 1;
C(6,1) = 0;      C(6,2) = 0;      C(6,3) = 1;
```

```
Ct = transpose(C);
```

```
I = C*inv(Ct*R*C)*Ct*Uq
U = R*C*inv(Ct*R*C)*Ct*Uq
```

Ergebnis der Rechnerausgabe:

```
I =    1.0000    2.0000    3.0000    5.0000    2.0000    2.0000
      U =    4.0000    8.0000    3.0000   16.0000    4.0000   10.0000
```

```
I1 = 1 A      U1 = 4 V
I2 = 2 A      U2 = 8 V
I3 = 3 A      U3 = 3 V
I4 = 5 A      U4 = 16 V
I5 = 2 A      U5 = 4 V
I6* = 2 A      U6* = 10 V
```

Wichtig: Umrechnen der „*“ Größen des umgewandelten Netzwerkes in Ströme und Spannungen des gegebenen Netzwerkes mit Hilfe der Kirchhoffschen Gesetze.

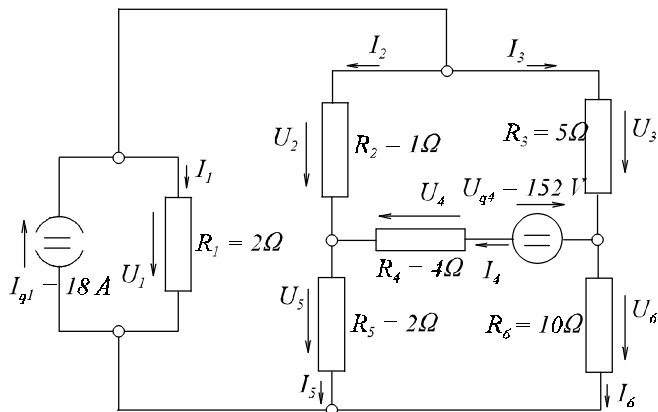
$$I_6^* + I_6 = I_{q6} \quad I_6 = I_{q6} - I_6^* = 6 \text{ A} - 2 \text{ A} = 4 \text{ A}$$

$$U_6 = R_6 \cdot I_6 = 5 \Omega \cdot 4 \text{ A} = 20 \text{ V}$$

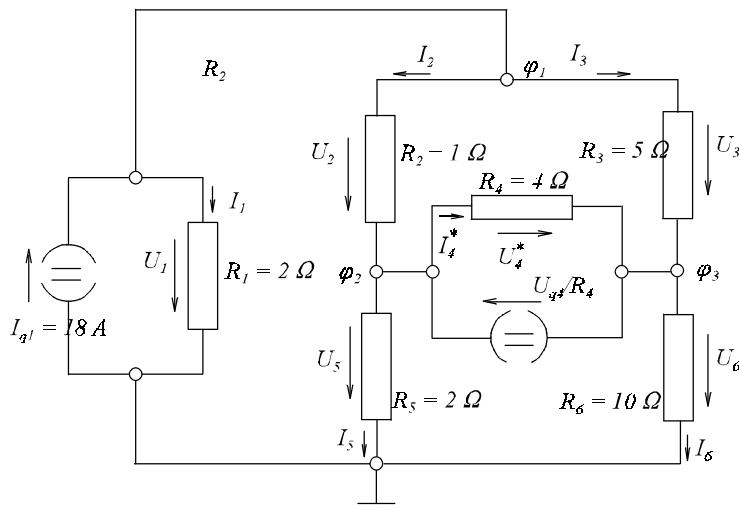
Wiederholungsaufgabe 2

Wiederholungsaufgabe 2 A

Manuelles Knotenpunkt-potential-Verfahren



Gegebenes Netzwerk



Spannungsquelle in Stromquelle gewandelt und Einzeichnen von $k-1=3$ Potentialen

Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems:

$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	$-\frac{1}{R_2}$	$-\frac{1}{R_3}$	φ_1	I_{q1}
$-\frac{1}{R_2}$	$\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$	$-\frac{1}{R_4}$	φ_2	$= \frac{U_{q4}}{R_4}$
$-\frac{1}{R_3}$	$-\frac{1}{R_4}$	$\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_6}$	φ_3	$= -\frac{U_{q4}}{R_4}$

$\frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{5}$	$-\frac{1}{1}$	$-\frac{1}{5}$	φ_1	18
$-\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2}$	$-\frac{1}{4}$	φ_2	38
$-\frac{1}{5}$	$-\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5} + \frac{1}{4} + \frac{1}{10}$	φ_3	-38

S A

1.7	-1	-0.2	φ_1	18
-1	1.75	-0.25	φ_2	38
-0.2	-0.25	0.55	φ_3	-38

V

```
% Programm zur Berechnung der Wiederholungsaufgabe 2 A, EG1
% Methode:      Manuelles Knotenpunkt-Verfahren
% Filename:     wha_2_KPV_m.m
% Autor:        Prof. Dr. Ahlers
% erstellt:     20. Nov. 1998
```

```
clear;
```

```
R1 = 2;
R2 = 1;
R3 = 5;
R4 = 4;
R5 = 2;
R6 = 10;
```

```
Uq4 = 152;
Iq1 = 18;
```

```
G(1,1) = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3;
G(2,2) = 1/R2 + 1/R4 + 1/R5;
G(3,3) = 1/R3 + 1/R4 + 1/R6;
G(1,2) = -1/R2;      G(2,1) = G(1,2);
G(1,3) = -1/R3;      G(3,1) = G(1,3);
G(2,3) = -1/R4;      G(3,2) = G(2,3);
```

```
Iq = [Iq1; Uq4/R4; -Uq4/R4];
```

```
phi = inv(G)*Iq
```

Ergebnisausgabe Rechner:

```
phi = 20.0000
      26.0000
      -50.0000
```

$\varphi_1 = 20 \text{ V}$ $\varphi_2 = 26 \text{ V}$ $\varphi_3 = -50 \text{ V}$

$U_1 = \varphi_1 = 20 \text{ V}$

$U_2 = \varphi_1 - \varphi_2 = 20 \text{ V} - 26 \text{ V} = -6 \text{ V}$

$U_3 = \varphi_1 - \varphi_3 = 20 \text{ V} - (-50 \text{ V}) = 70 \text{ V}$

$U_4^* = \varphi_2 - \varphi_3 = U_{q1} - U_4$

$U_5 = \varphi_2 = 26 \text{ V}$

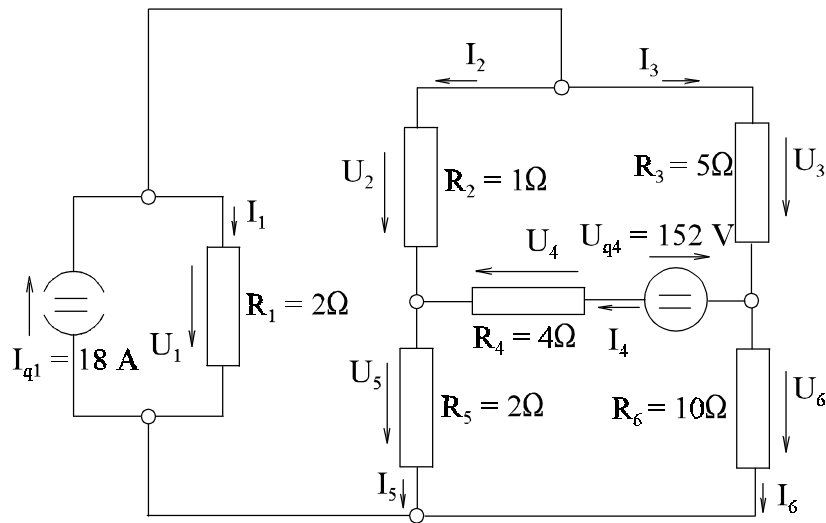
$U_6 = \varphi_3 = -50 \text{ V}$

Wichtig: Umrechnen der „*“ Größen des umgewandelten Netzwerkes in Ströme und Spannungen des gegebenen Netzwerkes mit Hilfe der Kirchhoffschen Gesetze:

$U_4 = U_{q4} + \varphi_3 - \varphi_2 = 152 \text{ V} - 50 \text{ V} - 26 \text{ V} = 76 \text{ V}$

Wiederholungsaufgabe 2 B

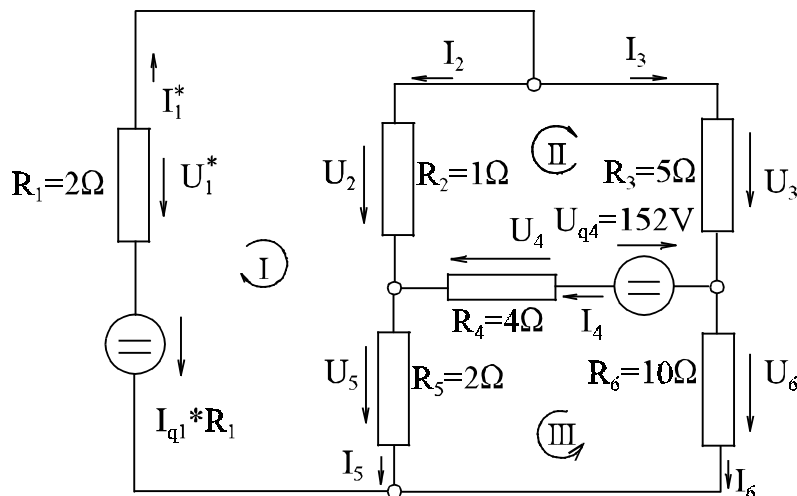
Manuelles Maschenstrom-Verfahren



Gegebenes Netzwerk

Wichtig ist, die Anzahl der Maschengleichungen zu bestimmen, da sonst das Gleichungssystem nicht eindeutig lösbar ist:

$$k = 4 \quad z = 6 \quad m = z - (k - 1) = 6 - (4 - 1) = 3$$



Stromquelle in Spannungsquelle gewandelt und Einzeichnen der $m = 3$ Maschenrichtungen

Aufstellen des Gleichungssystems:

$R_1 + R_2 + R_5$	$-R_2$	R_5
$-R_2$	$R_2 + R_3 + R_4$	R_4
0	R_4	$R_4 + R_5 + R_6$

I_1	$=$	$I_{q1} \cdot R_1$
I_2		U_{q4}
I_3		U_{q4}

```
% Programm zur Berechnung der Wiederholungsaufgabe 2 B, EG1
% Methode:      Manuelles Maschenstrom-Verfahren
% Filename:     wha_2_MSV_m.m
% Autor:        Prof. Dr. Ahlers
% erstellt:     20. Nov. 1998
```

```
clear;

R1 = 2;
R2 = 1;
R3 = 5;
R4 = 4;
R5 = 2;
R6 = 10;

Uq4 = 152;
Iq1 = 18;

R(1,1) = R1 + R2 + R5;
R(2,2) = R2 + R3 + R4;
R(3,3) = R4 + R5 + R6;
R(1,2) = -R2;          R(2,1) = R(1,2);
R(1,3) = R5;           R(3,1) = R(1,3);
R(2,3) = R4;           R(3,2) = R(2,3);

Uq = [Iq1*R1; Uq4; Uq4];
I = inv(R)*Uq
```

Ergebnis der Rechnerausgabe:

```
I = 8.0000
    14.0000
    5.0000
```

$I_1 = 8 \text{ A}$ $I_2 = 14 \text{ A}$ $I_3 = 5 \text{ A}$

$$I_1^* = I_1' = 8 \text{ A}$$

$$I_2 = I_1 - I_2 = 8 \text{ A} - 14 \text{ A} = -6 \text{ A}$$

$$I_3 = I_2 = 14 \text{ A}$$

$$I_4 = I_2 + I_3 = 14 \text{ A} + 5 \text{ A} = 19 \text{ A}$$

$$I_5 = I_1 + I_3 = 8 \text{ A} + 5 \text{ A} = 13 \text{ A}$$

$$I_6 = -I_3 = -5 \text{ A}$$

Wichtig: Umrechnen der „*“ Größen des umgewandelten Netzwerkes in Ströme und Spannungen des gegebenen Netzwerkes mit Hilfe der Kirchhoffschen Gesetze.

$$I_1^* = I_{q1} - I_1$$

$$I_1 = I_{q1} - I_1^* = 18 \text{ A} - 8 \text{ A} = 10 \text{ A}$$

$$U_1 = I_1 * R_1 = 10 \text{ A} * 2 \Omega = 20 \text{ V}$$

$$U_2 = I_2 * R_2 = -6 \text{ A} * 1 \Omega = -6 \text{ V}$$

$$U_3 = I_3 * R_3 = 14 \text{ A} * 5 \Omega = 70 \text{ V}$$

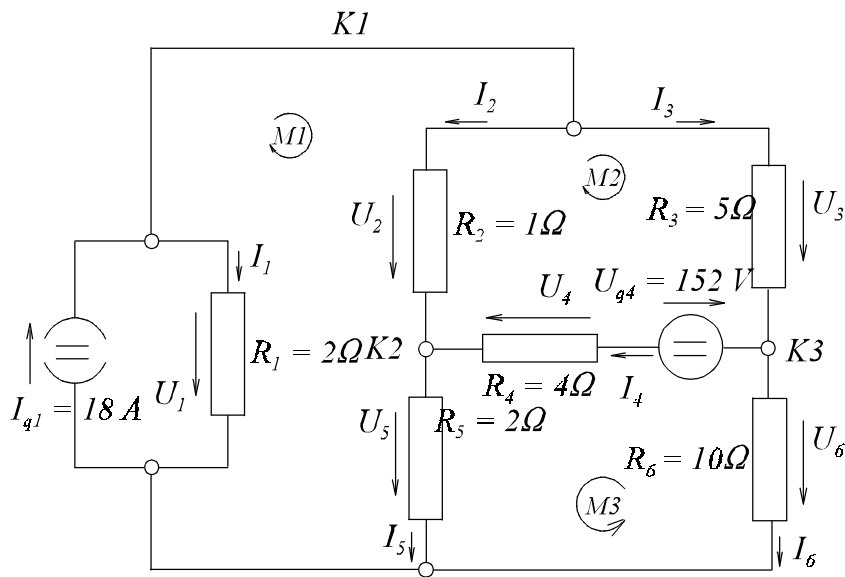
$$U_4 = I_4 * R_4 = 19 \text{ A} * 4 \Omega = 76 \text{ V}$$

$$U_5 = I_5 * R_5 = 13 \text{ A} * 2 \Omega = 26 \text{ V}$$

$$U_6 = I_6 * R_6 = -5 \text{ A} * 10 \Omega = -50 \text{ V}$$

Wiederholungsaufgabe 2 C

Maschen- und Knotenanalyse



Gegebenes Netzwerk
mit schon eingezeichneten Maschenrichtungen und Knotennummern

Wichtig ist, die Anzahl der Maschen- und Knotengleichungen zu bestimmen, da sonst das Gleichungssystem nicht eindeutig lösbar ist:

$$k = 4 \quad z = 6 \quad m = z - (k - 1) = 6 - (4 - 1) = 3$$

M1: $-R_1 \cdot I_1 + R_2 \cdot I_2 + R_5 \cdot I_5 = 0$
M2: $R_4 \cdot I_4 - R_2 \cdot I_2 + R_3 \cdot I_3 = U_{q4}$
M3: $R_4 \cdot I_4 + R_5 \cdot I_5 - R_6 \cdot I_6 = U_{q4}$
K1: $I_1 + I_2 + I_3 = I_{q1}$
K2: $I_4 - I_5 + I_2 = 0$
K3: $-I_4 + I_3 - I_6 = 0$

Aufstellen des Gleichungssystems:

$-R_1$	R_2			R_5	
	$-R_2$	R_3	R_4		
			R_4	R_5	$-R_6$
1	1	1			
	1		1	-1	
		1	-1		-1

I_1	0
I_2	U_{q4}
I_3	U_{q4}
I_4	I_{q1}
I_5	0
I_6	0

```
% Programm zur Berechnung der Wiederholungsaufgabe 2 C, EG1
% Methode:      Maschen- und Knotenanalyse
% Filename:      wha_2_MSV_m.m
% Autor:         Prof. Dr. Ahlers
% erstellt:      20. Nov. 1998
```

```
clear;
```

```
R1 = 2;
R2 = 1;
R3 = 5;
R4 = 4;
R5 = 2;
R6 = 10;
```

```
Uq4 = 152;
Iq1 = 18;
```

```
M(1,1) = -R1;      M(1,2) = R2;      M(1,5) = R5;
M(2,2) = -R2;      M(2,3) = R3;      M(2,4) = R4;
M(3,4) = R4;        M(3,5) = R5;      M(3,6) = -R6;
M(4,1) = 1;         M(4,2) = 1;       M(4,3) = 1;
M(5,2) = 1;         M(5,4) = 1;       M(5,5) = -1;
M(6,3) = 1;         M(6,4) = -1;      M(6,6) = -1;
```

```
k = [0; Uq4; Uq4; Iq1; 0; 0];
```

```
I = inv(M)*k
```

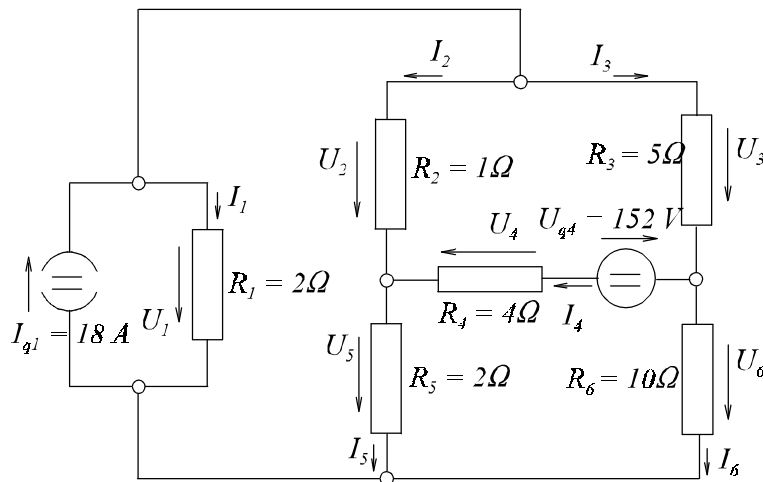
Ergebnis der Rechnerausgabe:

```
I = 10.0000
    -6.0000
    14.0000
    19.0000
    13.0000
    -5.0000
```

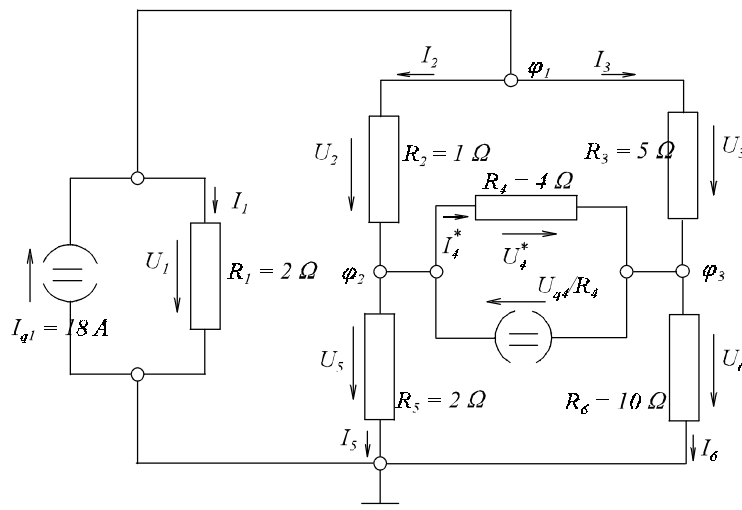
$I_1 = 10 \text{ A}$	$U_1 = R_1 \cdot I_1 = 2 \text{ } \Omega \cdot 10 \text{ A} = 20 \text{ V}$
$I_2 = -6 \text{ A}$	$U_2 = R_2 \cdot I_2 = 1 \text{ } \Omega \cdot (-6 \text{ A}) = -6 \text{ V}$
$I_3 = 14 \text{ A}$	$U_3 = R_3 \cdot I_3 = 5 \text{ } \Omega \cdot 14 \text{ A} = 70 \text{ V}$
$I_4 = 19 \text{ A}$	$U_4 = R_4 \cdot I_4 = 4 \text{ } \Omega \cdot 19 \text{ A} = 76 \text{ V}$
$I_5 = 13 \text{ A}$	$U_5 = R_5 \cdot I_5 = 2 \text{ } \Omega \cdot 13 \text{ A} = 26 \text{ V}$
$I_6 = -5 \text{ A}$	$U_6 = R_6 \cdot I_6 = 10 \text{ } \Omega \cdot (-5 \text{ A}) = -50 \text{ V}$

Wiederholungsaufgabe 2 D

Knotenpunktpotential-Verfahren für Rechner



Gegebenes Netzwerk



Spnungsquelle in Stromquelle gewandelt und Einzeichnen der $k-1=3$ Potentiale

Aufstellen und des Gleichungssystems:

$$\bar{G} =$$

$1/R_1$					
	$1/R_2$				
		$1/R_3$			
			$1/R_4$		
				$1/R_5$	
					$1/R_6$

$$=$$

0.5					
	1				
		0.2			
			0.25		
				0.5	
					0.1

$$S$$

$$\bar{I}_q =$$

I_{q1}	
0	
0	
U_{q4}/R_4	
0	
0	

$$=$$

18
0
0
38
0
0

$$A$$

$$\bar{U} = \bar{K}_T * \bar{\varphi}$$

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4^* \\ U_5 \\ U_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & & \\ 1 & -1 & \\ 1 & & -1 \\ & 1 & -1 \\ & 1 & \\ & & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \\ \varphi_3 \end{bmatrix} \quad \bar{K}_T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\bar{\varphi} = [\bar{K} * \bar{G} * \bar{K}^T]^{-1} \bar{K} * \bar{I}_q \quad \bar{U} = \bar{K}^T [\bar{K} * \bar{G} * \bar{K}^T]^{-1} \bar{K} * \bar{I}_q \quad \bar{I} = \bar{G} * \bar{K}^T [\bar{K} * \bar{G} * \bar{K}^T]^{-1} \bar{K} * \bar{I}_q$$

```

% Programm zur Berechnung der Wiederholungsaufgabe 1, EG1
% Methode:      Knotenpunkt-Verfahren für Rechner
% Filename:     wha_1_KPV_R.m
% Autor:        Prof. Dr. Ahlers
% erstellt:     15. Nov. 1998

```

```
clear;
```

```

R1 = 2;
R2 = 1;
R3 = 5;
R4 = 4;
R5 = 2;
R6 = 10;

```

```

Uq4 = 152;
Iq1 = 18;

```

```

G(1,1) = 1/R1;
G(2,2) = 1/R2;
G(3,3) = 1/R3;
G(4,4) = 1/R4;
G(5,5) = 1/R5;
G(6,6) = 1/R6;

```

```
Iq = [Iq1; 0; 0; Uq4/R4; 0; 0];
```

```

Kt(1,1) = 1;      Kt(1,2) = 0;      Kt(1,3) = 0;
Kt(2,1) = 1;      Kt(2,2) = -1;     Kt(2,3) = 0;
Kt(3,1) = 1;      Kt(3,2) = 0;      Kt(3,3) = -1;
Kt(4,1) = 0;      Kt(4,2) = 1;      Kt(4,3) = -1;
Kt(5,1) = 0;      Kt(5,2) = 1;      Kt(5,3) = 0;
Kt(6,1) = 0;      Kt(6,2) = 0;      Kt(6,3) = 1;

```

```
K = transpose(Kt);
```

```

phi = inv(K*G*Kt)*K*Iq
U   = Kt*inv(K*G*Kt)*K*Iq
I   = G*Kt*inv(K*G*Kt)*K*Iq

```

Ausgabe des Rechners:

```

phi =    20.0000    U =    20.0000    I =    10.0000
       26.0000        -6.0000        -6.0000
      -50.0000        70.0000        14.0000
                   76.0000        19.0000
                   26.0000        13.0000
                   -50.0000        -5.0000

```

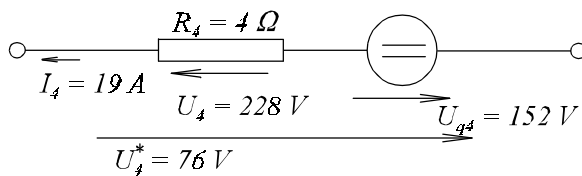
Ergebnisse entnormiert:

$$\bar{\Phi} = \begin{array}{|c|} \hline \varphi_1 \\ \hline \varphi_2 \\ \hline \varphi_3 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline 20 \text{ V} \\ \hline 26 \text{ V} \\ \hline -50 \text{ V} \\ \hline \end{array}$$

$$\bar{U} = \begin{array}{|c|} \hline U_1 \\ \hline U_2 \\ \hline U_3 \\ \hline U_4^* \\ \hline U_5 \\ \hline U_6 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline 20 \text{ V} \\ \hline -6 \text{ V} \\ \hline 70 \text{ V} \\ \hline 76 \text{ V} \\ \hline 26 \text{ V} \\ \hline -50 \text{ V} \\ \hline \end{array}$$

$$I = \begin{array}{|c|} \hline I_1 \\ \hline I_2 \\ \hline I_3 \\ \hline I_4^* \\ \hline I_5 \\ \hline I_6 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline 10 \text{ A} \\ \hline -6 \text{ A} \\ \hline 14 \text{ A} \\ \hline 19 \text{ A} \\ \hline 13 \text{ A} \\ \hline -5 \text{ A} \\ \hline \end{array}$$

Die Umwandlung der „*“ Größen des gewandelten Netzwerks ist auch mit Hilfe einer Skizze möglich. In diesem Fall kann der Maschenumlauf übersichtlicher erfolgen:



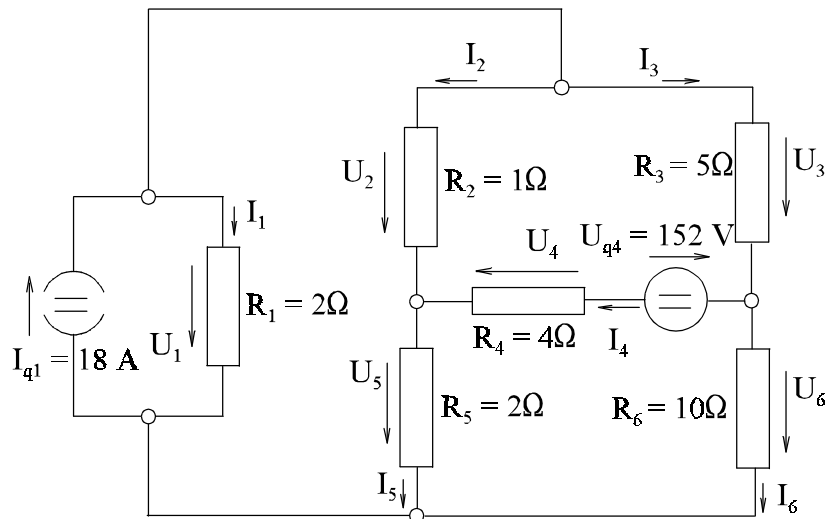
$$U_4 = U_{q1} - U_4^* = 152 \text{ V} - 76 \text{ V} = 76 \text{ V}$$

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{76 \text{ V}}{4 \Omega} = 19 \text{ A}$$

Zufall: Im Normalfall gilt: $I_4 \neq I_4^*$

Wiederholungsaufgabe 2 E

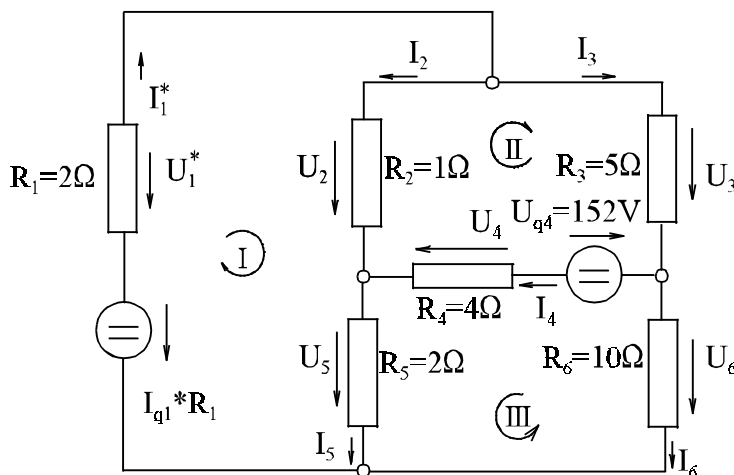
Maschenstrom-Verfahren für Rechner



Gegebenes Netzwerk

Wichtig ist, die Anzahl der Maschengleichungen zu bestimmen, da sonst das Gleichungssystem nicht eindeutig lösbar ist:

$$k = 4 \quad z = 6 \quad m = z - (k - 1) = 6 - (4 - 1) = 3$$



Stromquelle in Spannungsquelle gewandelt und Einzeichnen der $m = 3$ Maschenrichtungen

Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems:

$$\bar{R} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline R_1 & & & & & \\ \hline & R_2 & & & & \\ \hline & & R_3 & & & \\ \hline & & & R_4 & & \\ \hline & & & & R_5 & \\ \hline & & & & & R_6 \\ \hline \end{array}$$

$$= \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 2 & & & & & \\ \hline & 1 & & & & \\ \hline & & 5 & & & \\ \hline & & & 4 & & \\ \hline & & & & 2 & \\ \hline & & & & & 10 \\ \hline \end{array} \Omega$$

$$\bar{I} = \bar{C} * \bar{I}'$$

$$\bar{I} = \begin{array}{|c|} \hline I_1^* \\ \hline I_2 \\ \hline I_3 \\ \hline I_4 \\ \hline I_5 \\ \hline I_6 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & & & \\ \hline 1 & -1 & & \\ \hline & 1 & & \\ \hline & 1 & 1 & \\ \hline 1 & & 1 & \\ \hline & & & -1 \\ \hline \end{array} * \begin{array}{|c|} \hline I_1' \\ \hline I_2' \\ \hline I_3' \\ \hline \end{array}$$

$$\bar{C} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & & \\ \hline 1 & -1 & \\ \hline & 1 & \\ \hline & 1 & 1 \\ \hline 1 & & 1 \\ \hline & & -1 \\ \hline \end{array}$$

$$\bar{U}_q = \begin{array}{|c|} \hline I_{q1} * R_1 \\ \hline 0 \\ \hline 0 \\ \hline U_{q4} \\ \hline 0 \\ \hline 0 \\ \hline \end{array}$$

$$\bar{U} = \begin{array}{|c|} \hline U_1^* \\ \hline U_2 \\ \hline U_3 \\ \hline U_4 \\ \hline U_5 \\ \hline U_6 \\ \hline \end{array}$$

$$\bar{I} = \bar{C}^* [\bar{C}^T * \bar{R} * \bar{C}]^{-1} \bar{C}_T^* \bar{U}_q$$

$$\bar{U} = \bar{R} * \bar{C} [\bar{C}^T * \bar{R} * \bar{C}]^{-1} \bar{C}_T^* \bar{U}_q$$

```
% Programm zur Berechnung der Wiederholungsaufgabe 2 E, EG1
% Methode:      Maschenstrom-Verfahren für Rechner
% Filename:     wha_2_MSV_R.m
% Autor:        Prof. Dr. Ahlers
% erstellt:     20. Nov. 1998
```

```
clear;
```

```
R1 = 2;
R2 = 1;
R3 = 5;
R4 = 4;
R5 = 2;
R6 = 10;
```

```
Uq4 = 152;
Iq1 = 18;
```

```
R(1,1) = R1;
R(2,2) = R2;
R(3,3) = R3;
R(4,4) = R4;
R(5,5) = R5;
R(6,6) = R6;
```

```
Uq = [Iq1*R1; 0; 0; Uq4; 0; 0];
```

```
C(1,1) = 1;      C(1,2) = 0;      C(1,3) = 0;
C(2,1) = 1;      C(2,2) = -1;     C(2,3) = 0;
C(3,1) = 0;      C(3,2) = 1;      C(3,3) = 0;
C(4,1) = 0;      C(4,2) = 1;      C(4,3) = 1;
C(5,1) = 1;      C(5,2) = 0;      C(5,3) = 1;
C(6,1) = 0;      C(6,2) = 0;      C(6,3) = -1;
```

```
Ct = transpose(C);
```

```
I = C*inv(Ct*R*C)*Ct*Uq
U = R*C*inv(Ct*R*C)*Ct*Uq
```

Ergebnisausgabe des Rechners:

```
I = 8.0000      U =16.0000
    -6.0000      -6.0000
    14.0000      70.0000
    19.0000      76.0000
    13.0000      26.0000
    -5.0000     -50.0000
```

```
I1* = 8 A      U1* = 16 V
I2 = -6 A      U2 = -6 V
I3 = 14 A      U3 = 70 V
I4 = 19 A      U4 = 76 V
I5 = 13 A      U5 = 26 V
I6 = 5 A       U6 = -50 V
```

Wichtig: Umrechnen der „*“ Größen des umgewandelten Netzwerkes in Ströme und Spannungen des gegebenen Netzwerkes mit Hilfe der Kirchhoffschen Gesetze.

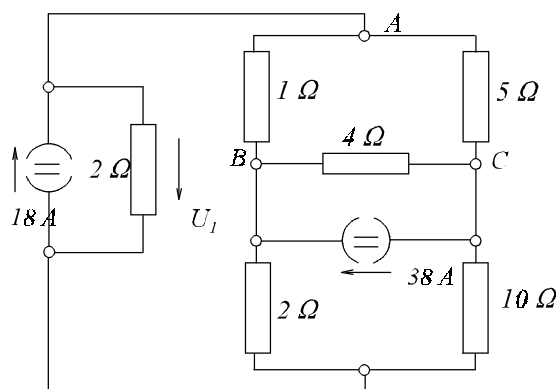
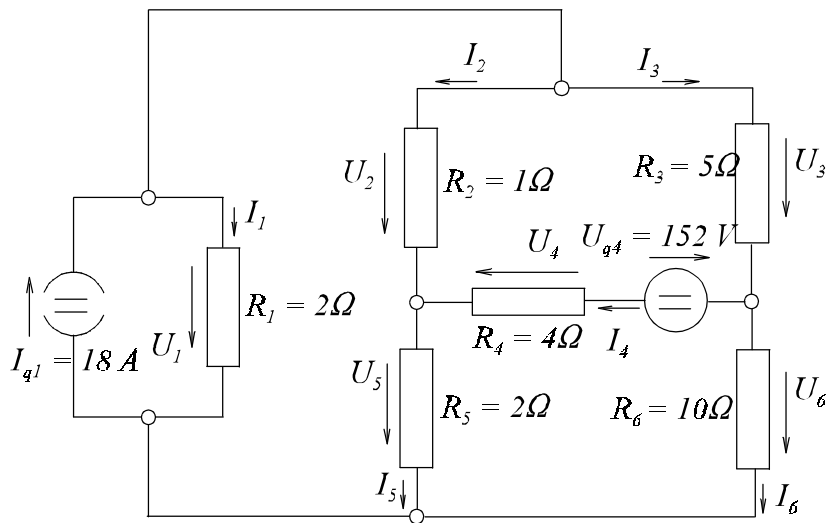
$$I_1^* + I_1 = I_{q1} \quad I_1 = I_{q1} - I_1^* = 18 \text{ A} - 8 \text{ A} = 10 \text{ A}$$

$$U_1 = R_1 * I_1 = 2 \Omega * 10 \text{ A} = 20 \text{ V}$$

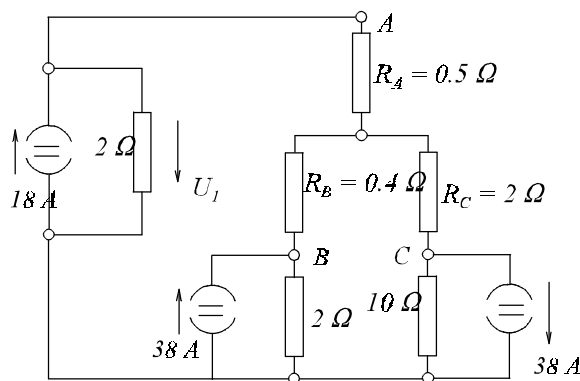
Wiederholungsaufgabe 2 F

Netzwerkumformung zur Berechnung von U_1

Gegebenes Netzwerk



Wandeln des Zweiges 4 von Spannungsquellen in Stromquelle



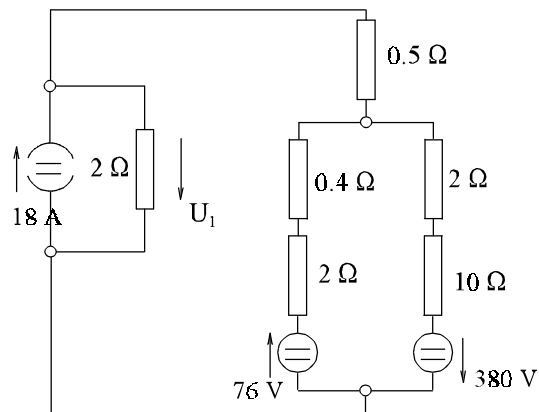
Wandeln des Dreiecks ABC in einen Stern und Verlegen einer idealen Stromquelle

$$R = 1\,\Omega + 5\,\Omega + 4\,\Omega = 10\,\Omega$$

$$R_A = \frac{1\,\Omega * 5\,\Omega}{\sum R} = 0.5\,\Omega$$

$$R_B = \frac{1\,\Omega * 4\,\Omega}{\sum R} = 0.4\,\Omega$$

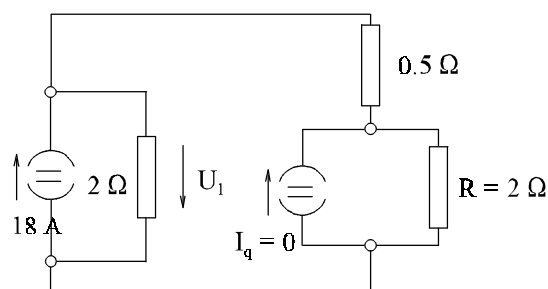
$$R_C = \frac{5\,\Omega * 4\,\Omega}{\sum R} = 2\,\Omega$$



Wandeln von zwei Stromquellen in Spannungsquellen

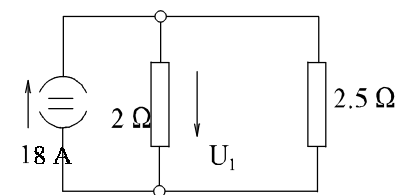
$$76 \text{ V} = 38 \text{ A} \cdot 2 \Omega$$

$$380 \text{ V} = 38 \text{ A} \cdot 10 \Omega$$



$$I_q = \frac{76 \text{ V}}{2.4 \Omega} - \frac{380 \text{ V}}{12 \Omega} = 0 \text{ A} \quad \text{Zufall !!!!!}$$

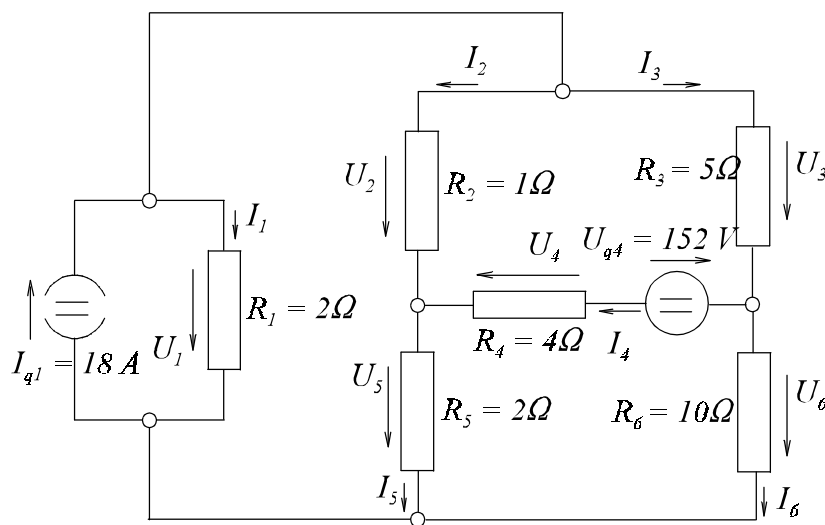
$$R = (0.4 \Omega + 2 \Omega) \parallel (2 \Omega + 10 \Omega) = 2 \Omega$$



$$U_1 = 18 \text{ A} \cdot \frac{2 \Omega \cdot 2.5 \Omega}{2 \Omega + 2.5 \Omega} = 20 \text{ V}$$

Wiederholungsaufgabe 2 G

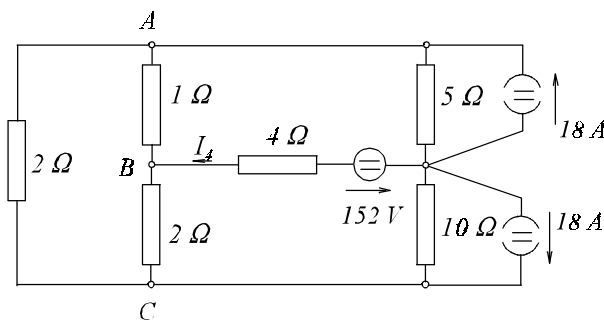
Netzwertumformung zur Berechnung von I_4



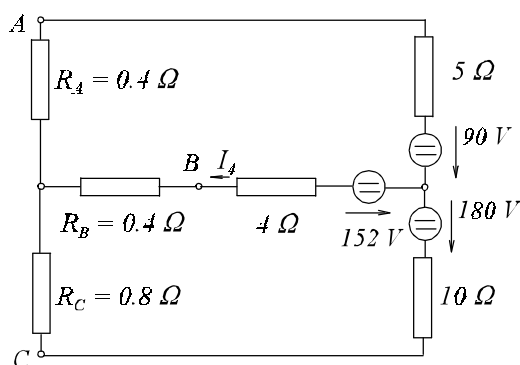
Gegebenes Netzwerk

Punkte A, B und C eingezeichnet

Die Stromquelle wird verlegt.



Die Widerstände R_1 , R_2 und R_3 werden Dreieck-Stern gewandelt:

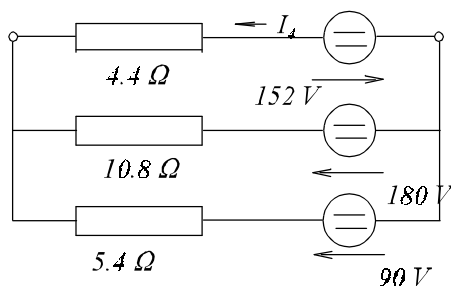


$$\sum R = 1\Omega + 2\Omega + 2\Omega = 5\Omega$$

$$R_A = \frac{2\Omega * 1\Omega}{\sum R} = 0.4\Omega$$

$$R_B = \frac{1\Omega * 2\Omega}{\sum R} = 0.4\Omega$$

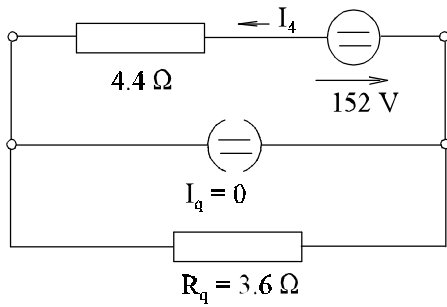
$$R_C = \frac{2\Omega * 2\Omega}{\sum R} = 0.8\Omega$$



$$4\Omega + 0.4\Omega = 4.4\Omega$$

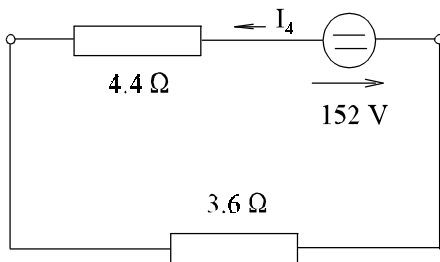
$$0.8\Omega + 10\Omega = 10.8\Omega$$

$$0.4\Omega + 5\Omega = 5.4\Omega$$



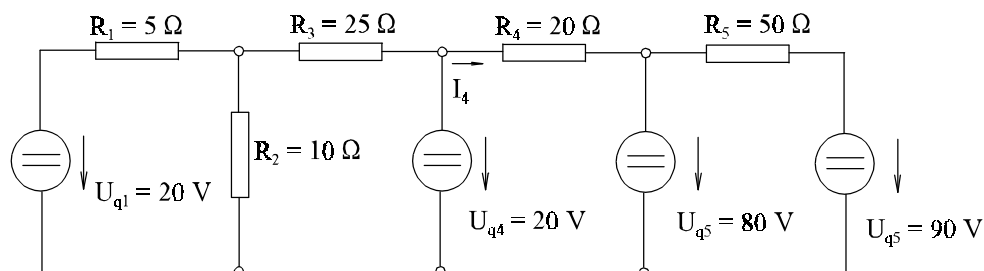
$$I_q = \frac{180 \text{ V}}{10.8 \Omega} - \frac{90 \text{ V}}{5.4 \Omega} = 0 \quad \text{Zufall !!!!!}$$

$$R_q = \frac{10.8 \Omega * 5.4 \Omega}{10.8 \Omega + 5.4 \Omega} = 3.6 \Omega$$

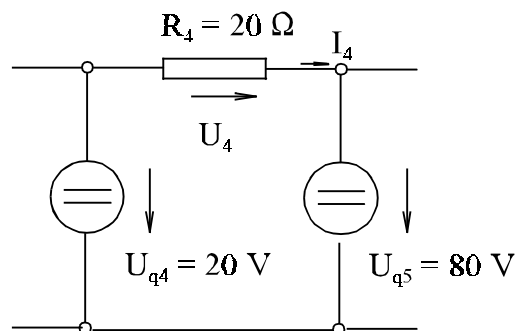


$$I_4 = \frac{152 \text{ V}}{4.4 \Omega + 3.6 \Omega} = 19 \text{ A}$$

Wiederholungsaufgabe 3



Gegebenes Netzwerk

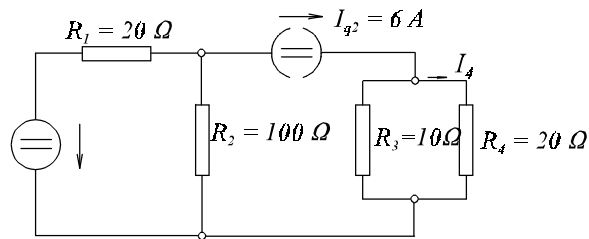


$$U_{q4} = U_4 + U_{q5}$$

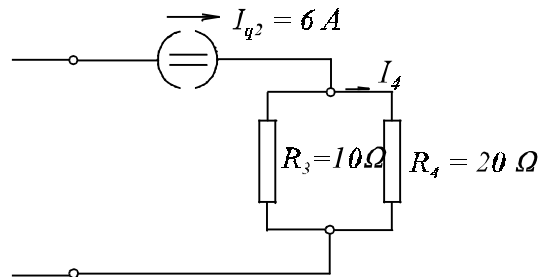
$$U_4 = U_{q4} - U_{q5}$$

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{U_{q4} - U_{q5}}{R_4} = \frac{20 \text{ V} - 80 \text{ V}}{20 \Omega} = -3 \text{ A}$$

Wiederholungsaufgabe 4



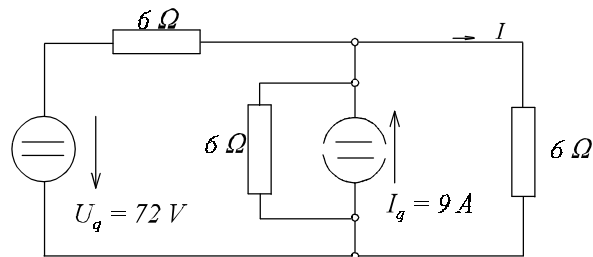
Gegebenes Netzwerk



$$I_4 = \frac{1/R_4}{1/R_4 + 1/R_3} * I_{q2} = \frac{R_3}{R_3 + R_4} * I_{q2}$$

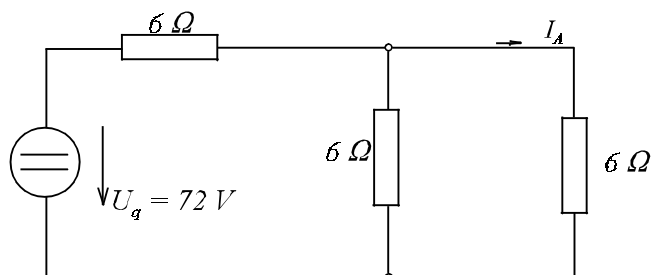
$$I_4 = \frac{10 \Omega}{10 \Omega + 20 \Omega} * 6 A = 2 A$$

Wiederholungsaufgabe 5



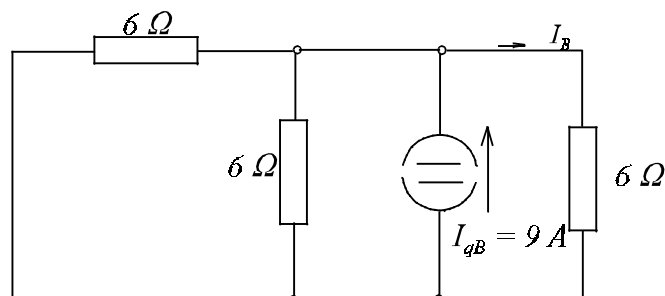
Gegebenes Netzwerk

Auswirkung der Quelle A:



$$I_A = \frac{72V}{6\Omega + \frac{6\Omega}{2}} * \frac{1}{2} = 4 A$$

Auswirkung der Quelle B:

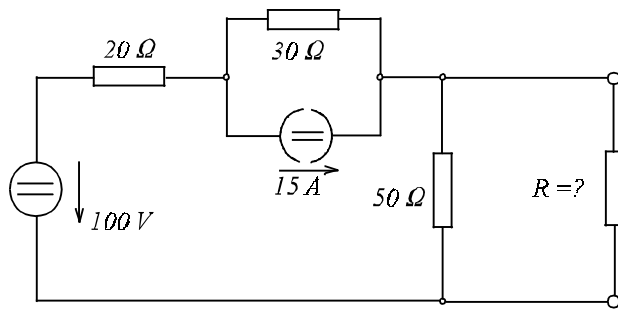


$$I_B = 9 A * \frac{\frac{1}{6\Omega}}{\frac{1}{6\Omega} + \frac{2}{6\Omega}} = 3 A$$

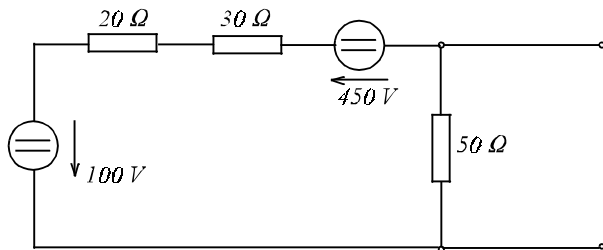
Berechnung des Gesamtstroms durch Überlagerung (Addition) der Auswirkungen der einzelnen Quellen:

$$I = I_A + I_B = 4 A + 3 A = 7 A$$

Wiederholungsaufgabe 6



Gegebenes Netzwerk



Wandlung der Stromquelle

$$450 \text{ V} = 15 \text{ A} \cdot 30 \Omega$$

Methode Ersatzquelle

$$R_q^* = (20\Omega + 30\Omega) \parallel 50\Omega = 25\Omega$$

$$I_q^* = \frac{100\text{V} + 450\text{V}}{50\Omega} = 11\text{A}$$

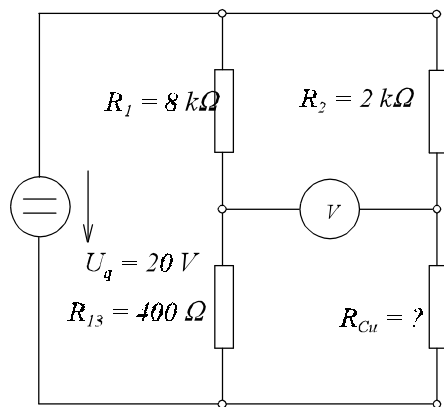
$$U_q^* = \frac{50\Omega}{50\Omega + 20\Omega + 30\Omega} (450\text{V} + 100\text{V}) = 275\text{V}$$

$$\text{Probe: } U_q^* = R_q^* \cdot I_q^* = 275\text{V} = 11\text{A} \cdot 25\Omega \quad \text{ok}$$

$$R = R_q^* = 25\Omega$$

$$P_{max} = \left(\frac{1}{2} U_q^* \right)^2 \cdot \frac{1}{R} = \frac{1}{4} (275\text{V})^2 \cdot \frac{1}{25\Omega} = 756\text{W}$$

Wiederholungsaufgabe 7



Gegeben: $\vartheta = 85^\circ \text{C}$
 $d = 0.1 \text{ mm}$
 $\text{Cu} \Rightarrow \kappa = 56 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{Vm}}$
 $\alpha = 0.0039^\circ \text{C}^{-1}$
 gesucht: $l = ?$ (Länge des Drahtes)

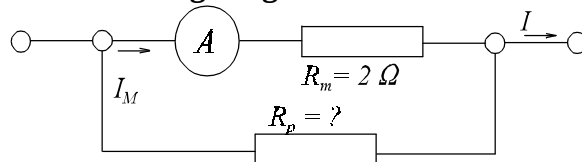
$R_{Cu} \cdot R_1 = R_{13} \cdot R_2$ (Abgegliche Brücke)

$$R_{Cu} = \frac{R_{13} \cdot R_2}{R_1} = \frac{400 \Omega \cdot 2 \text{ k}\Omega}{8 \text{ k}\Omega} = 100 \text{ k}\Omega$$

$$R_{Cu} = R_{20} \cdot [1 + \alpha(\vartheta - 20^\circ \text{C})] = \frac{l}{\kappa \cdot A} [1 + \alpha(\vartheta - 20^\circ \text{C})]$$

$$l = \frac{R_{Cu} \cdot \kappa \cdot A}{1 + \alpha(\vartheta - 20^\circ \text{C})} = \frac{100 \frac{\text{V}}{\text{A}} \cdot 56 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{Vm}} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0.1 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2}{1 + 0.0039 \frac{1}{^\circ \text{C}} \cdot (85^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C})} = 35.09 \text{ m}$$

Wiederholungsaufgabe 8



Gegeben: $I = 100 \text{ A}$
 $I_M = 1 \text{ A}$
 Gesucht: R_p

1. Methode Formel:

$$R_p = \frac{R_m}{n - 1} \quad n = \frac{I}{I_M} = 100 \quad R_p = \frac{2 \Omega}{100 - 1} = 0.0202 \Omega$$

2. Methode $U_{\max}$

$$U_{\max} = 1 \text{ A} \cdot 2 \Omega = 2 \text{ V} \quad I_{p\max} = 100 \text{ A} - 1 \text{ A} = 99 \text{ A} \quad R_p = \frac{U_{\max}}{I_{p\max}} = \frac{2 \text{ V}}{99 \text{ A}} = 0.0202 \Omega$$

Wiederholungsaufgabe 9

Gegeben: $m = 60 \text{ kg}$, $\vartheta_1 = 15^\circ \text{C}$, $\vartheta_2 = 95^\circ \text{C}$, $\eta = 95\%$, $U = 220 \text{ V}$, $I = 10 \text{ A}$

Gesucht: t

Aus Unterlagen: $c = 4187 \frac{\text{Ws}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

$$Q = P_{el} \cdot t \cdot \eta = m \cdot c \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1) = U \cdot I \cdot t \cdot \eta$$

$$t = \frac{m \cdot c \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)}{U \cdot I \cdot \eta} = \frac{60 \text{ kg} \cdot 4187 \frac{\text{Ws}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot (95^\circ \text{C} - 15^\circ \text{C})}{220 \text{ V} \cdot 10 \text{ A} \cdot 0.95} = 9616 \text{ s} = 2.67 \text{ h}$$

Wiederholungsaufgabe 10

Gegeben: $m = 0.8 \cdot 10^3 \text{ kg} = 800 \text{ kg}$, $s = 5 \text{ m} = h$, $t = 12 \text{ s}$, $\eta = 85 \%$, $U = 220 \text{ V}$

Gesucht: $I = ?$

$$W_{\text{mech}} = m \cdot g \cdot h = P \cdot t \cdot \eta = U \cdot I \cdot t \cdot \eta$$

$$I = \frac{m \cdot g \cdot h}{U \cdot t \cdot \eta} = \frac{800 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \text{ m}}{220 \text{ V} \cdot 12 \text{ s} \cdot 0.85} = 17.5 \frac{\text{kg m}^2}{\text{Vs}^3}$$

$$\text{kg} = \text{VAs}^3 \text{ m}^{-2}$$

$$I = 17.5 \frac{\text{VAs}^3}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{Vs}^3} = 17.5 \text{ A}$$

Wiederholungsaufgabe 11

gegeben: $m = 2000 \text{ kg}$, $v_1 = 2 \text{ m/s}$, $v_2 = 4 \text{ m/s}$, $U = 220 \text{ V}$, $\eta = 87 \%$, $I = 55 \text{ A}$

gesucht: $t = ?$

$$W_{\text{mech}} = W_{\text{el}} \cdot \eta$$

$$\frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) = U \cdot I \cdot t \cdot \eta$$

$$t = \frac{1}{2} \frac{m (v_2^2 - v_1^2)}{U \cdot I \cdot \eta} = \frac{1}{2} \frac{2000 \text{ kg} \left[\left(4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 - \left(2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 \right]}{220 \text{ V} \cdot 55 \text{ A} \cdot 0.87} = 1.14 \frac{\text{kg m}^2}{\text{VAs}^2}$$

$$\text{kg} = \text{VAs}^3 \text{ m}^{-2}$$

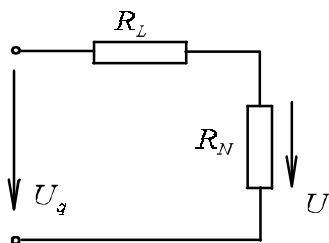
$$t = 1.14 \frac{\text{VAs}^3}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{V} \cdot \text{A} \cdot \text{s}^2} = 1.14 \text{ s}$$

Wiederholungsaufgabe 12

Gegeben: $l = 50 \text{ m}$, $U_N = 220 \text{ V}$, Cu -Leitung $\kappa = 56 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{Vm}}$

$P_N = 7.54 \text{ kW}$, $U_q = 220 \text{ V}$, $U \geq 210 \text{ V}$

Gesucht: $A_{\text{min}} = ?$



$$\frac{U}{U_q} = \frac{R_N}{R_N + R_L}$$

$$\frac{U_q}{U} = \frac{R_N + R_L}{R_N} = 1 + \frac{R_L}{R_N}$$

$$R_L = R_N * \left(\frac{U_q}{U} - 1 \right) \quad P_N = \frac{U_N^2}{R_N} \quad R_N = \frac{U_N^2}{P_N}$$

$$R_L = \frac{U_N^2}{P_N} * \left(\frac{U_q}{U} - 1 \right)$$

$$R_L = \frac{2l}{\kappa * A} = \frac{U_N^2}{U} * \left(\frac{U_q}{U} - 1 \right)$$

$$A = \frac{2l * P_N}{\kappa * U_N^2} \frac{1}{\frac{U_q}{U} - 1} = \frac{2 * 50m * 7.54 * 10^3 VA}{56 * 10^6 \frac{A}{Vm} * (220V)^2} \frac{1}{\frac{220V}{210V} - 1} = 5.84 mm^2$$

Querschnitt muß größer sein als 5.8 mm².

Wiederholungsaufgabe 16

gegeben: $u(t) = 100 V * \cos(\omega t + 90^\circ) + 400 V * \cos(\omega t - 135^\circ)$

$$u(t) = u_1(t) + u_2(t)$$

$$u_1(t) = 100 V * \cos(\omega t + 90^\circ)$$

$$\hat{u}_1 = 100 V / 90^\circ$$

$$u_2(t) = 400 V * \cos(\omega t - 135^\circ)$$

$$\hat{u}_2 = 400 V / -135^\circ$$

$$100 V / 90^\circ = j100 V$$

$$400 V / -135^\circ = -283 V - j 283 V$$

$$\hat{u}_3 = \hat{u}_1 + \hat{u}_2 = j 100 V - 283 V - j 283 V$$

$$\hat{u}_3 = -283V - j183V = \sqrt{(283V)^2 + (183V)^2} \left| \arctan \frac{-183V}{-283V} + 180^\circ = 337V \right| 212.9^\circ$$

$$u_3(t) = 337 V \cos(\omega t + 212.9^\circ)$$

Wiederholungsaufgabe 22

gegeben: $A = 300 cm^2$, $I = 5 A$, $d = 60 \mu m$, $A_T = 107.9$, $z = 1$, $\rho = 10.5 kg/dm^3 = 10.5 g/cm^3$

gesucht: $t = ?$

$$c = \frac{A_T}{z} 1.04 * 10^{-5} \frac{g}{As} = \frac{107.9}{1} 1.04 * 10^{-5} \frac{g}{As} = 1.122 \frac{mg}{As}$$

$$m = c * I * t = \rho * V = \rho * A * d$$

$$t = \frac{\rho * A * d}{c * I} = \frac{10.5 \frac{g}{cm^3} * 300 cm^2 * 60 \frac{10^{-6}}{10^{-2}} cm}{1.122 * 10^{-3} \frac{g}{As} * 5 A} = 3369 s = 0.936 h = 56.1 min$$