

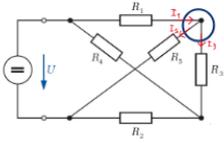
Einfache elektrische Netzwerke (1/3)

Recap: Kirchhoffsche Gleichungen

Knotenregel

$$0 = \sum_{\text{Knoten}} I_i$$

$$0 = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$



$$0 = I_1 - I_3 - I_5$$

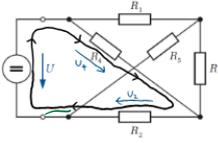
$$I_3 + I_5 = I_1$$

- In einen Knoten muss gleich viel Strom rein wie raus fließen!
- Alle Ströme die in den Knoten reinfließen schreiben wir mit positivem Vorzeichen, alle die rausfließen mit negativem Vorzeichen

Maschenregel

$$0 = \sum_{\text{Masche}} U_i$$

$$0 = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

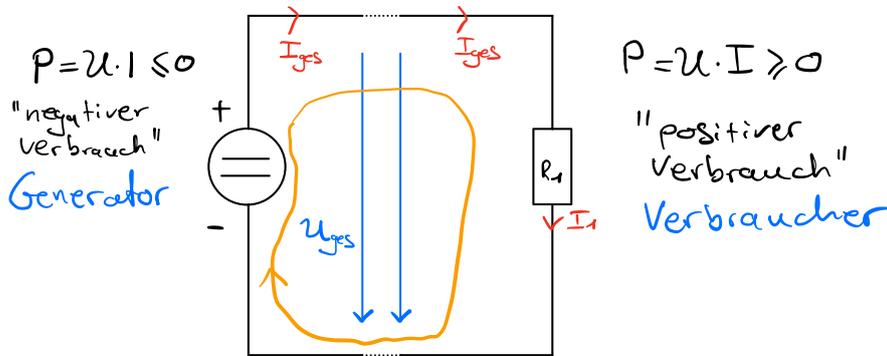


$$0 = -U + U_4 + U_2$$

$$U = U_4 + U_2$$

- Entlang einer Masche addieren sich alle Spannungen zu Null!
- Alle Spannungen die in Richtung unserer Masche zeigen schreiben wir mit positivem Vorzeichen, alle die in Gegenrichtung zeigen mit negativem Vorzeichen

Recap: Zählpfeilsysteme



- Strom & Spannung sind skalare Größen.

Dennoch werden ihnen in Schaltungen Pfeile zugeordnet. Sie dienen der Zählweise & dürfen nicht mit Vektoren verwechselt werden.

- Ein Spannungspfeil in Richtung der elektrischen Feldstärke zeigt positive Spannungen an. Ein Strompfeil in Bewegungsrichtung der positiven Ladungsträger zeigt positive Ströme an.

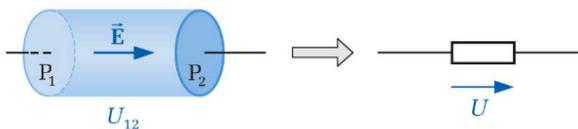


Abbildung 3.1: Kennzeichnung der Spannung durch Zählpfeile

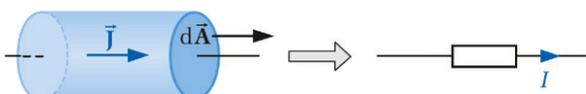
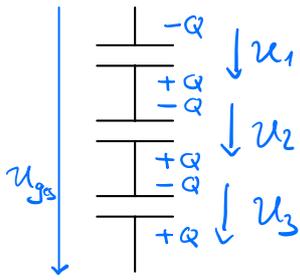


Abbildung 3.2: Kennzeichnung des Stromes durch Zählpfeile

Nachfrage: Serie Kondensatoren



$$C = \frac{Q}{U} \quad U = \frac{Q}{C}$$

$$U_{ges} = \frac{Q}{C_{ges}} \quad U_1 = \frac{Q}{C_1} \quad U_2 = \frac{Q}{C_2} \quad U_3 = \frac{Q}{C_3}$$

$$C_{ges} ? \quad U_{ges} = U_1 + U_2 + U_3$$

$$\frac{Q}{C_{ges}} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} \quad | \cdot \frac{1}{Q}$$

$$C_{ges} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

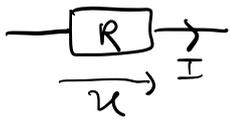
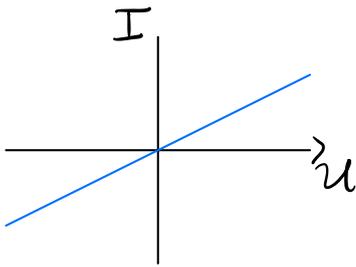
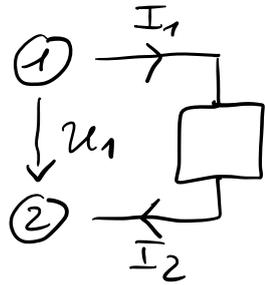
$$U_1 ? \quad \frac{U_1}{U_{ges}} = \frac{U_1}{U_1 + U_2 + U_3} = \frac{\frac{Q}{C_1}}{\frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}}$$

$$= \frac{\frac{1}{C_1}}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

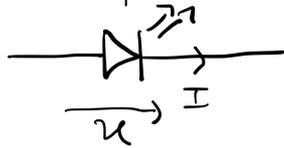
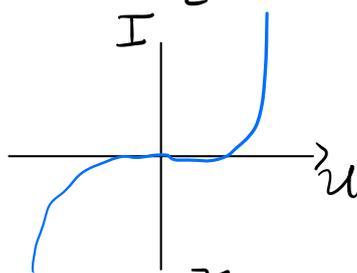
$$U_1 = \frac{\frac{1}{C_1}}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} \times U_{ges}$$

Zweipole

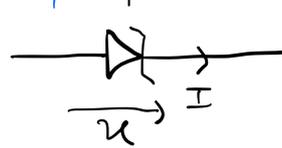
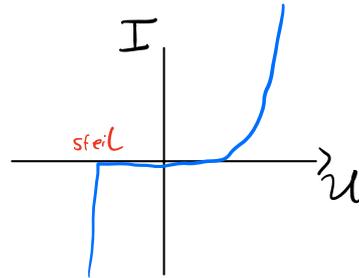
- Bauelement mit zwei Anschlussklemmen
- nur Klemmenverhalten für Betrachtung relevant
 - ↳ (Zusammenhang zwischen Größen Strom & Spannung)



$$\frac{u}{R} = I$$

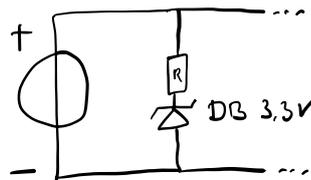


LED



Z-Diode

- sehr steil im Durchbruchbereich
- genutzt für Spannungs stabilisation

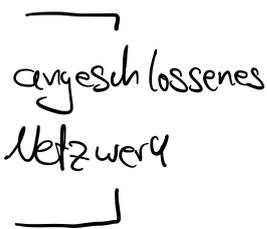


Überspannungsschutz

Ideale Quellen

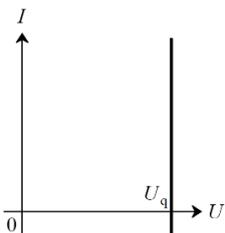
Ideale Spannungsquellen

U ist unabhängig



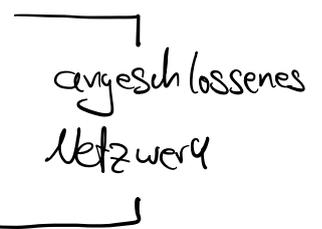
I ist abhängig

$$I = \frac{u}{R}$$



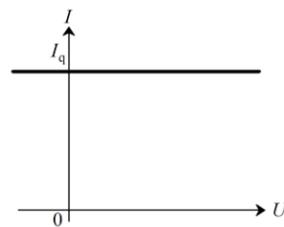
Ideale Stromquellen

I ist unabhängig



U ist abhängig

$$U = R \cdot I$$



Netzwerke Umzeichnen

Variante 1 - Maschen (letztes mal)

Variante 2 - Knoten

1 Knoten finden & einfärben

2 Netzwerk systematisch umzeichnen

• { offen (nur eine seite verbunden)
kurzgeschlossen (beide seiten gleiche farbe) } entfernen

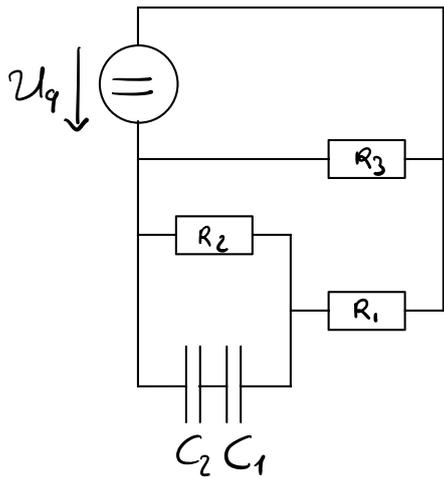
• Elemente zwischen zwei gleichen Knoten parallel

3 Zählrichtung UDI definieren Quelle/Verbraucher Konvention

4 Kirchhoff

Beispiel

geg:

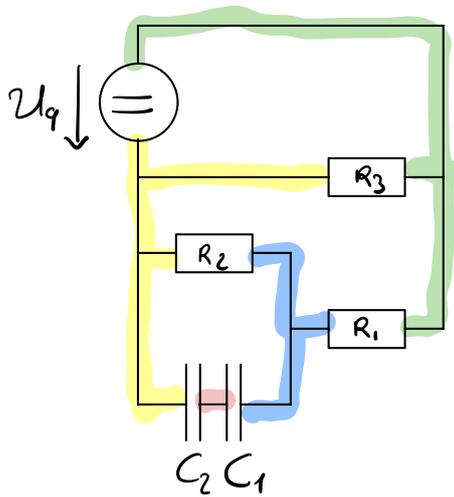


ges:

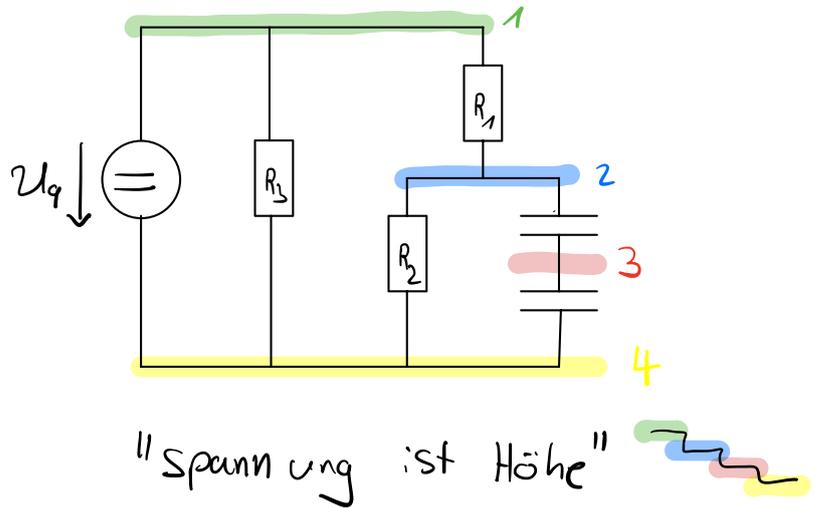
- Spannung über Widerständen
- Wie viel Energie ist in den beiden Kondensatoren gespeichert?

LSG:

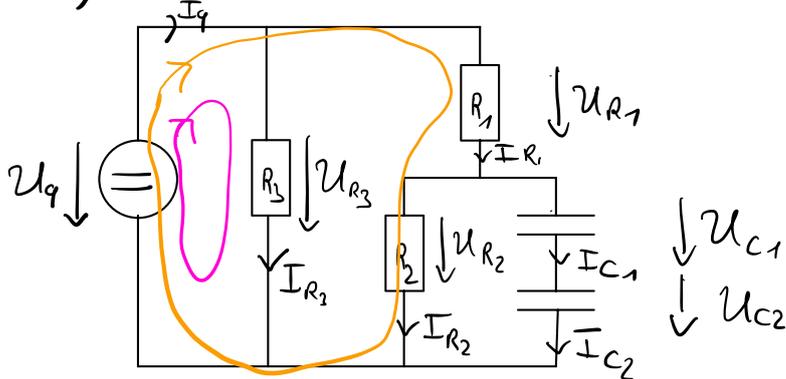
a) 1) Knoten finden



2) Um zeichnen



3) Zähl richtung



4) Kirch hoff

Maschenregel

$$\textcircled{I} -U_q + U_{R_1} + U_{R_2} = 0$$

$$\textcircled{II} -U_q + U_{R_3} = 0$$

Knotenregel

$$\textcircled{III} I_q - I_{R_3} - I_{R_1} = 0$$

$$\textcircled{IV} I_{R_1} - I_{R_2} - I_{C_1} = 0$$

⋮

⋮

$$\textcircled{II} U_{R_3} = U_q \quad U = RI \quad \frac{U}{R} = I$$

$$\textcircled{III} U_q = \overbrace{R_1 \cdot I_{R_1} + R_2 \cdot I_{R_2}}^{\text{zeigen in gl. Richtung}} = (R_1 + R_2) I_{R_1}$$

$$\textcircled{IV} I_{R_1} = I_{R_2} + \cancel{I_{C_1}} \quad \textcircled{DC} !$$

$$\textcircled{V} I_{R_1} = U_q \frac{1}{R_1 + R_2}$$

$$U_{R_1} = U_q \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_{R_2} = U_q \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

2)

$$Q = C_1 U_{C_1} = C_2 U_{C_2} \quad | \quad / C_1$$

$$U_{C_1} = \frac{C_2}{C_1} U_{C_2}$$

$$-U_{R_2} + U_{C_1} + U_{C_2} = 0 \quad (\text{Maschengl.})$$

$$\frac{C_2}{C_1} U_{C_2} + U_{C_2} = U_{R_2}$$

$$\left(\frac{C_2}{C_1} + \frac{C_1}{C_1} \right) U_{C_2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_q$$

$$U_{C_2} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_q$$

$$\frac{C_2}{C_1} U_{C_2} = U_{C_1} = \frac{C_2}{C_1 + C_2} \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_q$$

$$\textcircled{VI} W_1 = \frac{1}{2} C_1 U_{C_1}^2$$

$$W_2 = \frac{1}{2} C_2 U_{C_2}^2 = \frac{C_1}{C_2} W_1$$

" Kondensator mit kleinerer Kapazität speichert in Reihenschaltung die grössere Energie "

Tipps:

1) temperaturabhängiger Widerstand

↳ letzte Woche

2) $D - E$ Kondensator }
 $J - E$ Widerstand }

an der Prüfung nur die Zsf!

↳ sauber aufschreiben Geg. ges. Lsg

3) Netzwerke Umzeichnen + Kirchhoff

↳ probiert die Knotenvariante aus

↳ behandelt alle Bauteile als Zweipol
(deren Kennlinie ist hier irrelevant)

↳ U & I brauchen Richtungspfeile