

ET I Übung 3

Aufbau:

- Nachbesprechen alter Serie
 - Theorie Repetition
- (Pause)
- Alte Prüfungsaufgabe zusammen
 - Selber lösen + Fragen + Tipps

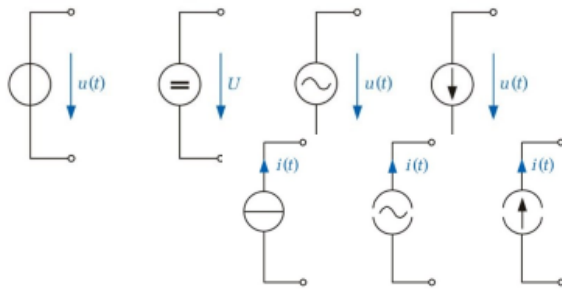


n.ethz.ch/~kursulovic

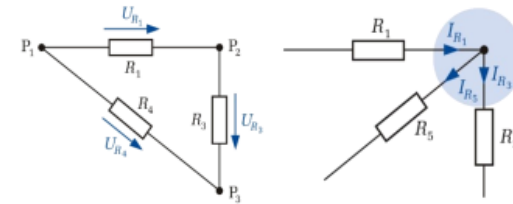
Mindmap 1

Verbraucher:
Das Ohm'sche Gesetz
 $U = R \cdot I$

Ideale Quellen
Definitionen Zählpfeile



Institute of Electromagnetic Fields (IEF)



Kirchhoff'sche Gleichungen
 $\sum_{\text{Masche}} U = 0, \quad \sum_{\text{Knoten}} I = 0$

Vereinfachung: Widerstandsnetzte

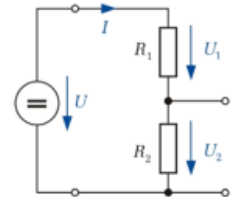
Serielle & parallele Widerstände
 $R_{ges} = \sum_{k=1}^n R_k$ $\frac{1}{R_{ges}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}$

Vereinfachung: Spannungs- und Stromteiler

$$\frac{U_2}{U} = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}$$

$$\frac{I_1}{I} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{G_1}{G_1 + G_2}$$

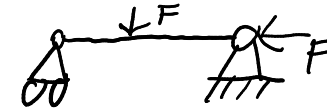
Wheatstone-Brücke



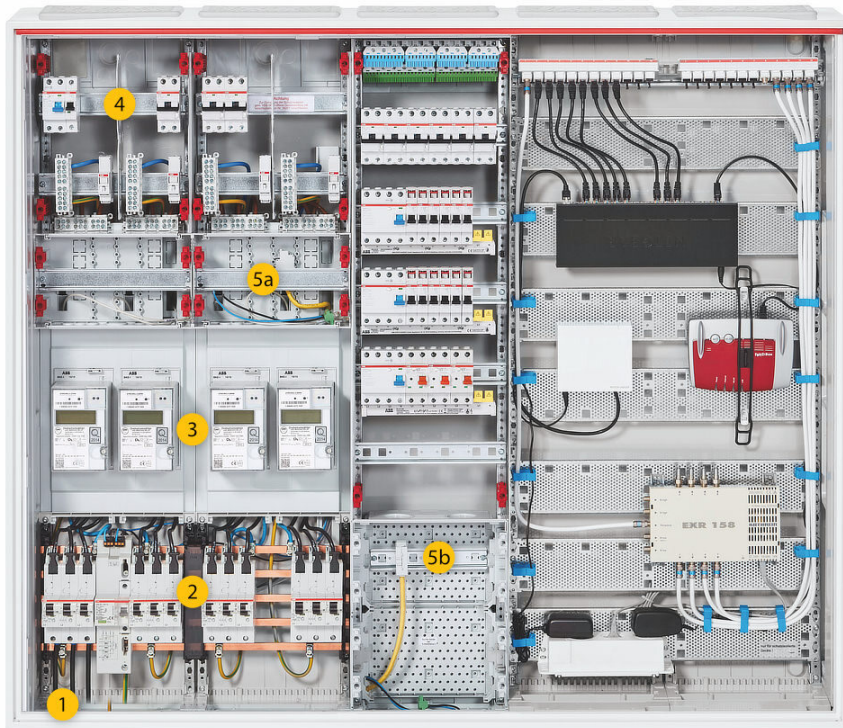
AB JETZT ALLES: ELEKTRODYNAMIK

IDEE VON ELEKTRISCHEN NETZWERKEN

Grundidee: Reale elektrische Zusammenhänge zwischen Bauteilen, durch idealisierte Modelle (Schemata/Abstraktionen) darstellen. Wie z.B. Träger in Mech.

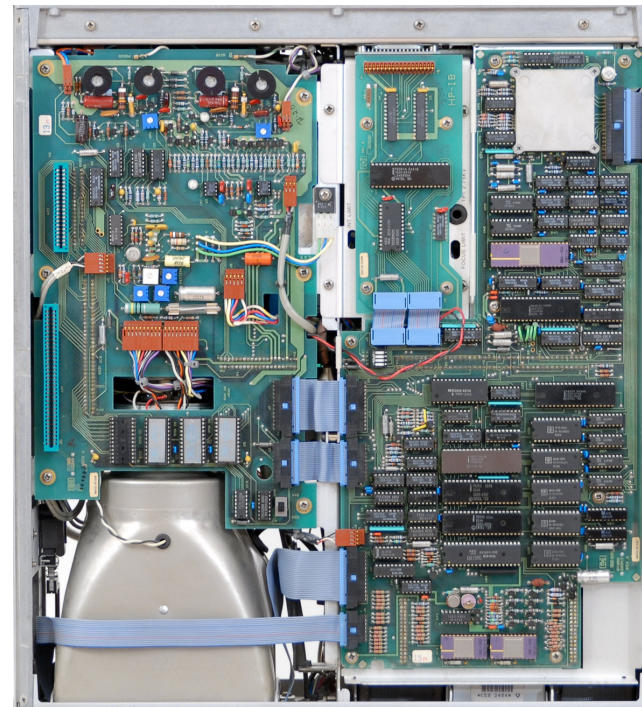


Bsp. Hauptverteilung Einfamilien Haus



↑
Ca. $2,2 \times 1,9 \times 0,3$ m

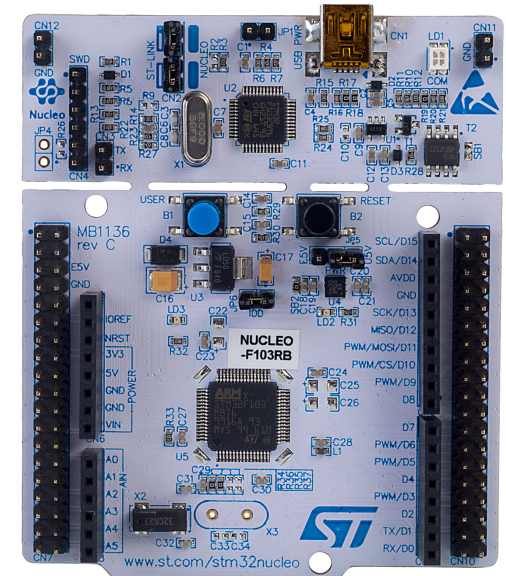
Bsp. Oszilloskop aus den 80ern



Ca. $60 \times 70 \times 30$ cm

Bsp.

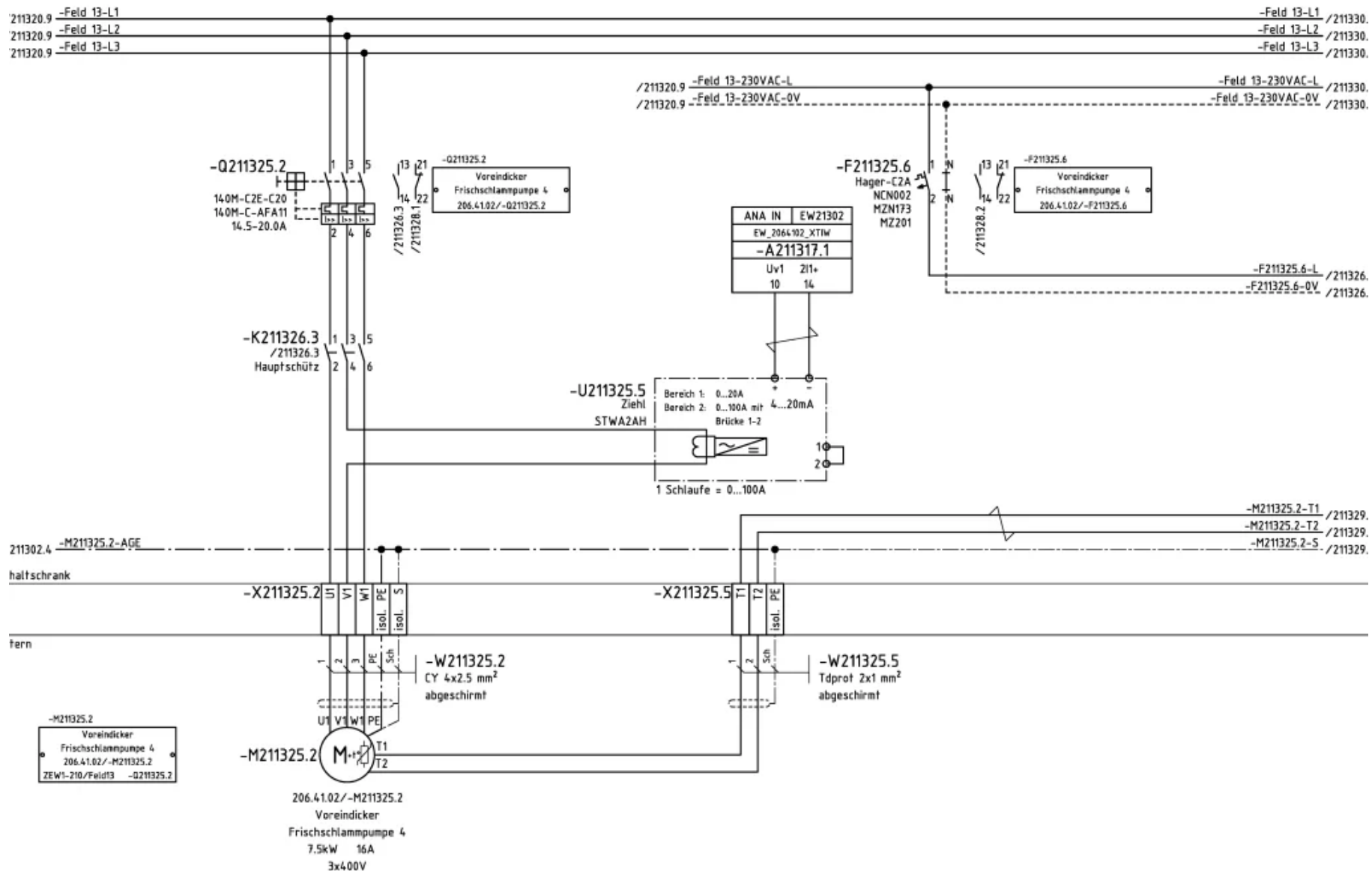
Nucleo Microcontroller



Ca. $70 \times 70 \times 5$ cm

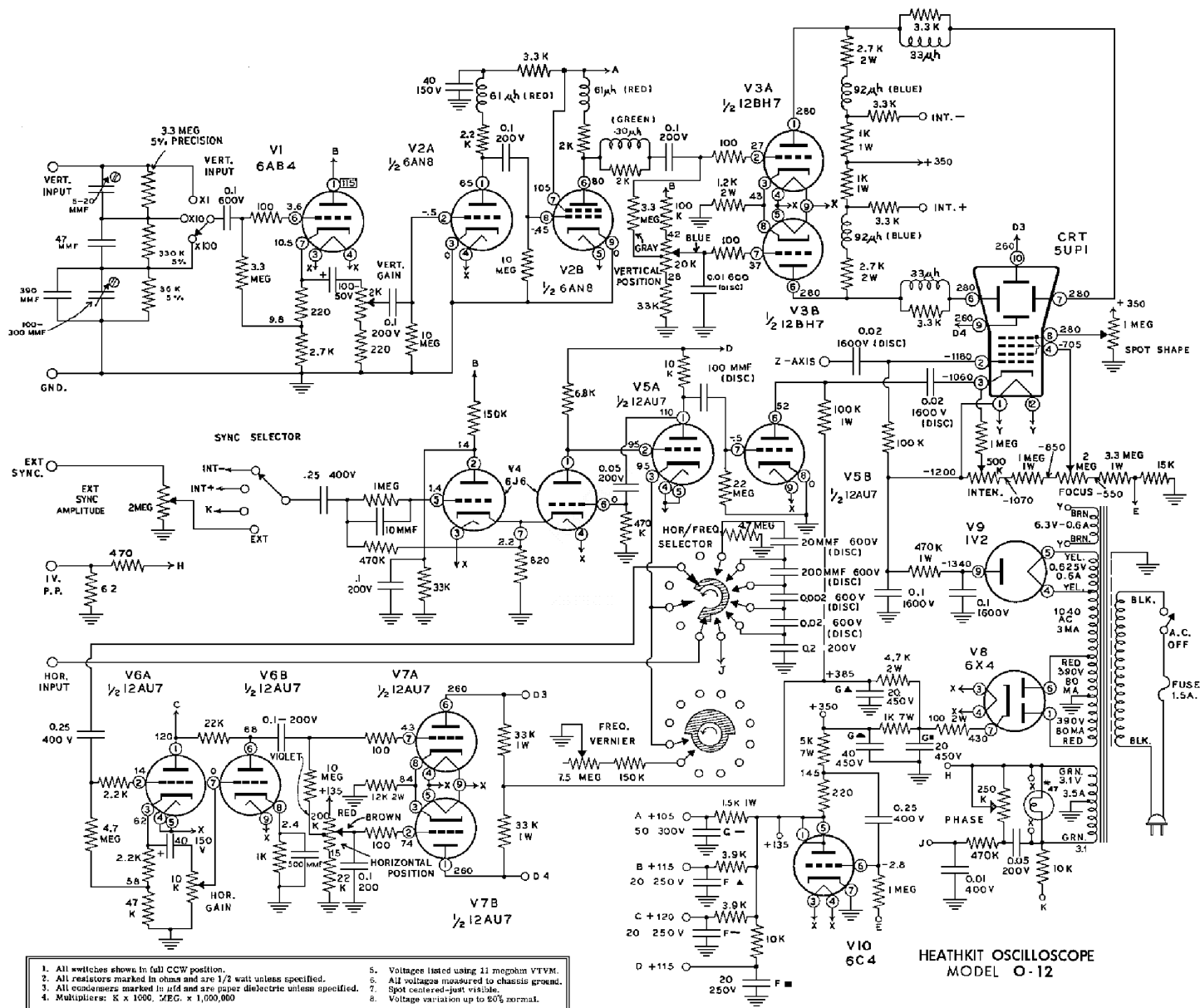
Grössere Anlagen können
gesamte Räume einnehmen!

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



		Datum	04.11.2021	ARA Niederholz	Reatech AG	Stromlaufplan	ZEW1		= ZEW1-210			
		Bearb.	ZaM						+			
		Druck	31.05.2022 15:55									
Änderung	Datum	Name	CAG-Nr	S126_Niederholz_ARA_gro	Industriestrasse 11, 6343 Rotkreuz	206.41.02	ZEW1_210	210 Feld 13	Blatt 21132	Folge 211326		
						Voreindicker/Frischschlammpumpe 4						

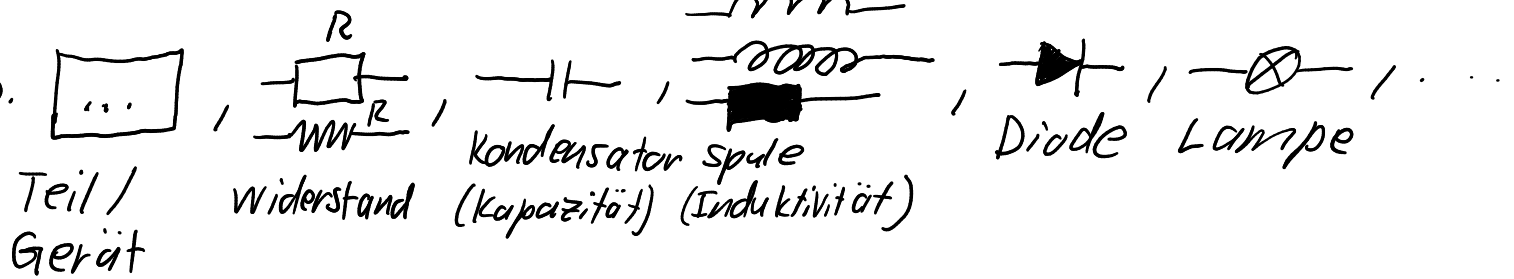
Übersichtsschema Oszilloskop



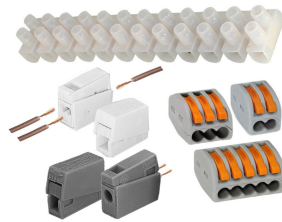
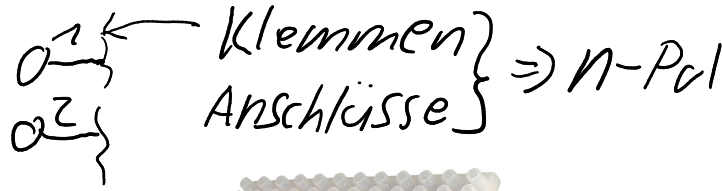
[illegible]

BEZEICHNUNGEN

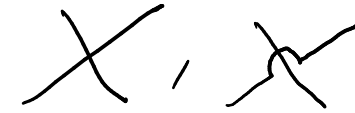
Netzwerkelemente: z.B.



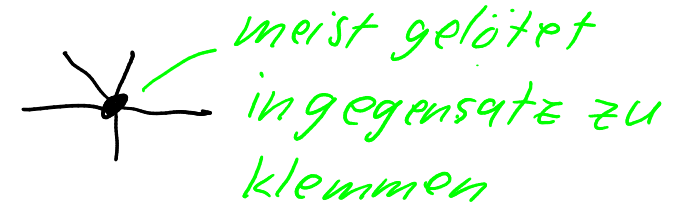
Pole:



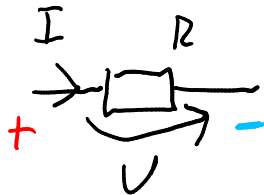
Kreuzungen:



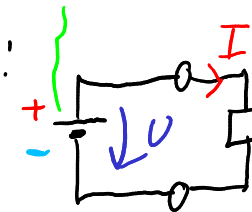
Verbindungen:



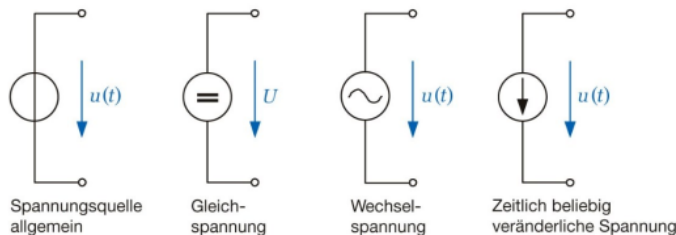
Zählpfeile:



Bsp. Geschlossener Stromkreis:

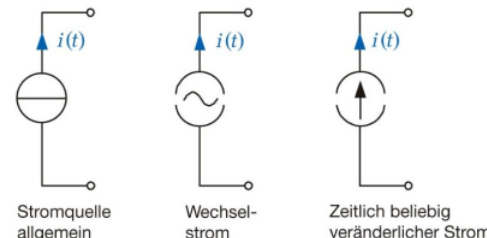


Spannungsquellen:



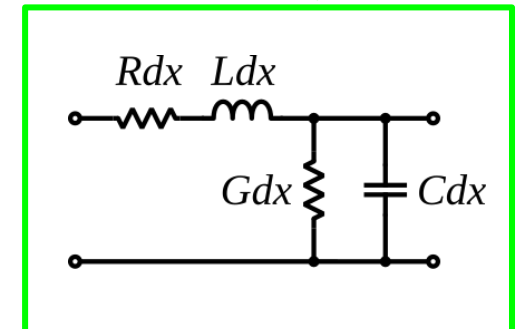
Liefert immer die gegebene Spannung

Stromquellen:



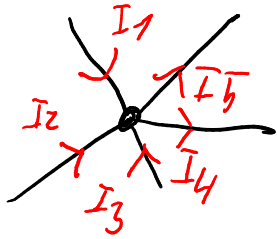
Liefert immer den gegebenen Strom

Fun Fact: Stromleitungen
kann man wie folgt modellieren



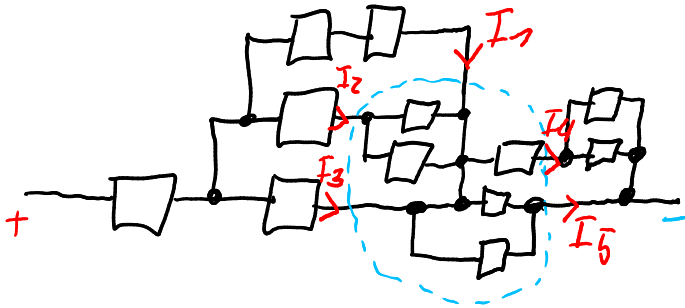
KIRCHHOFSCHES REGELN

Kirchhof 1: "Die Summe aller Ströme an einem Knoten ist gleich Null"



$$\sum_{k=0}^n I_k = 0$$

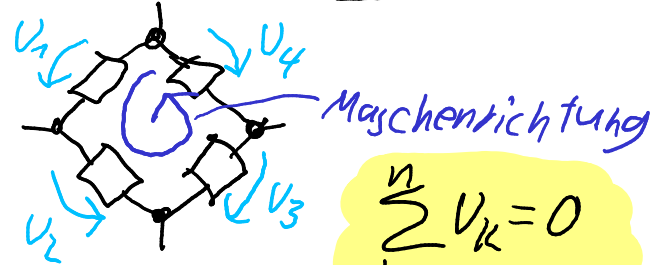
Kann beliebig ausgeweitet werden!



$$\Rightarrow I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

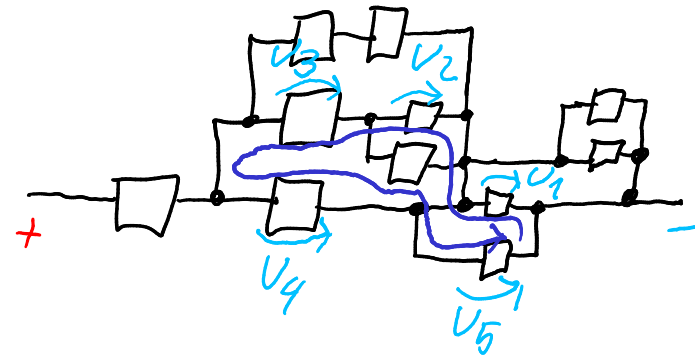
Tipp! Wenn man z Knoten hat und davon m Knotengleichungen unabhängig von einander sind $\Rightarrow$ $z - m$ ist die Anzahl unabhängiger Maschengleichungen

Kirchhof 2: "Die Summe aller Spannungen in einer Masche ist gleich null"



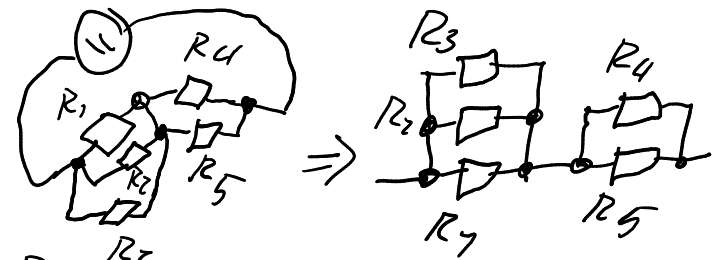
$$\sum_{k=0}^n V_k = 0$$

Kann beliebig in einem Netzwerk definiert werden, solange die Richtung gleich bleibt!

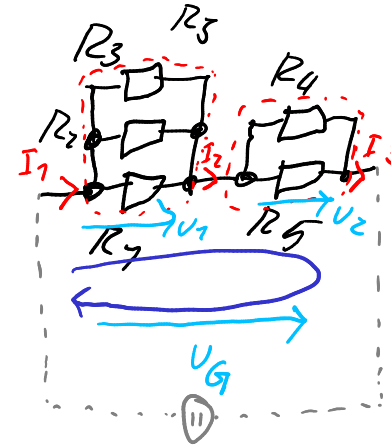


KOCHREZEPT NETZWERKANALYSE

1. Netzwerk Vereinfachen und Umzeichnen



2. Knoten & Maschen definieren und Gleichungen aufstellen



$$I_1 = I_2 \quad (i)$$

$$I_2 = I_3 \quad (ii)$$

$$U_1 + U_2 - U_G = 0 \quad (i)$$

3. VRI als Unterstützung herbeiziehen

$$U_G = R_G \cdot I_G = R_G \cdot I_1 \stackrel{(i)}{=} R_G \cdot I_2 \stackrel{(ii)}{=} R_G \cdot I_3$$

$$U_1 = R_{123} \cdot I_1 \stackrel{(i)}{=} R_{123} \cdot I_2$$

$$U_2 = R_{45} \cdot I_2 = R_{45} \cdot I_3$$

$$U_G \stackrel{(i)}{=} U_1 + U_2 = R_{123} \cdot I_1 + R_{45} \cdot I_1$$

SCHALTUNGEN AUS WIDERSTÄNDE

Widerstandsnetze

Serie / Reihe

$$R_{\text{ges}} = \sum_{k=1}^n R_k$$

Gesamtwiderstand

Parallel

$$\frac{1}{R_{\text{ges}}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}$$

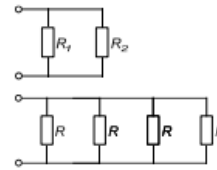
Genaу Umgekehrt
zum Kondi! 😊

$$G_{\text{ges}} = \sum_{k=1}^n G_k$$

Gesamtleitwert

2 parallele
Widerstände

$$R_{\text{ges}} = R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



⇒ Komplexe Widerstandsnetze-
werke können immer auf einen
Widerstand vereinfacht werden

N gleiche, parallele
Widerstände

$$R_{\text{ges}} = \frac{R}{n}$$

↳ Bei Parallelschaltung

ist $R_{\text{ges}} < R_{\text{kleinst}}$

der kleinste
Parallelgeschaltete
Widerstand

egal wie gross ein anderer
Widerstand ist

Spannungsteiler

Serielle Widerstände können verwendet werden um die Spannung zu teilen

Potentiometer (Poti):

PANEL MOUNT POT 10K Ω



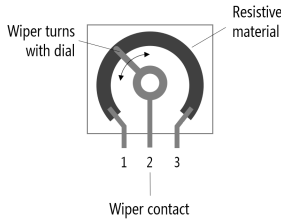
Wiper contact

TRIM POT 10K Ω

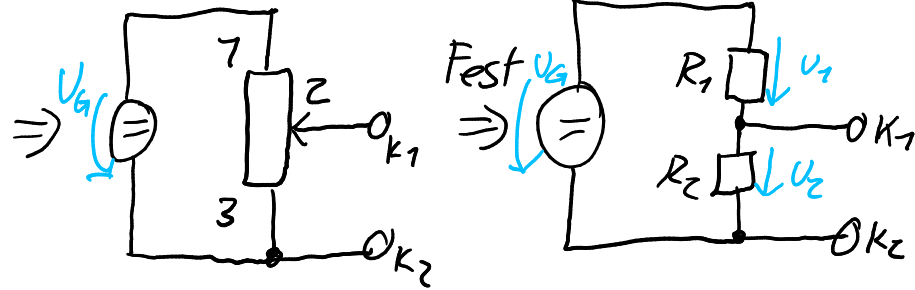
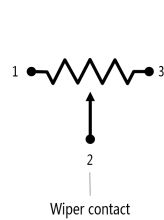


Wiper contact

FUNCTIONAL DIAGRAM



SCHEMATIC SYMBOL



U_G bleibt constant U_1 & U_2 kann man beliebig einstellen.

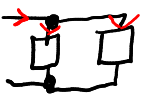
* Was passiert wenn jetzt an K_1 & K_2 noch ein Widerstand angehängt wird?

$\Rightarrow R_2$ wird kleiner (Parallelschaltung) U_1 steigt U_2 nimmt ab.
($V=RI$)

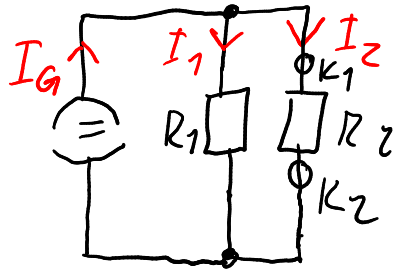
Aus $V=RI$ und Maschenregel Folgt:

$$\frac{U_2}{U_G} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Stromteiler



Parallele Widerstände können verwendet werden um den Strom zu teilen



I_G bleibt constant I_1 & I kann man beliebig einstellen, indem man R_2 anders wählt.

* Was passiert wenn jetzt an K_1 & K_2 ein kleinerer Widerstand angehängt wird?

$\Rightarrow R_2$ wird kleiner $\Rightarrow I_2$ steigt, I_1 nimmt ab.
($V=RI$)

$\hookrightarrow$ Genau umgekehrt zur Spannung im Spannungsteiler

Aus URI und Maschenregel Folgt:

$$\frac{I_1}{I_G} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

wird in der Formel widerspiegelt

2. DC Netzwerke

10 Punkte

Betrachten Sie für die Teilaufgaben (a) und (b) die Schaltung in Abb. 3.

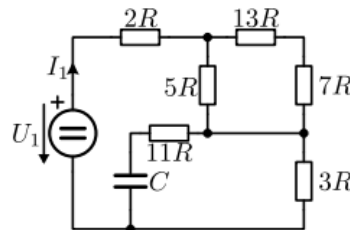


Abb. 3

(a) Berechnen Sie den Gesamtstrom I_1 .

(2 P)

Handwritten solution for part (a):

$\Rightarrow U = RI \Rightarrow \underline{\underline{I_1 = \frac{U_1}{R_G} = \frac{U_1}{9R}}}$

$R_G = \underbrace{2R \parallel 5R}_{4R} + 3R + 2R$

$= \frac{100R}{25R} + 5R = 9R$

11R + C entfällt, da kein Strom über den Kondi fließt in DC und uns interessiert nur der Stromfluss!

Lösung:

$$I_1 = \frac{U_1}{9R}$$

(b) Berechnen Sie die Energie W_e im Kondensator C in Abb. 3.

(3 P)

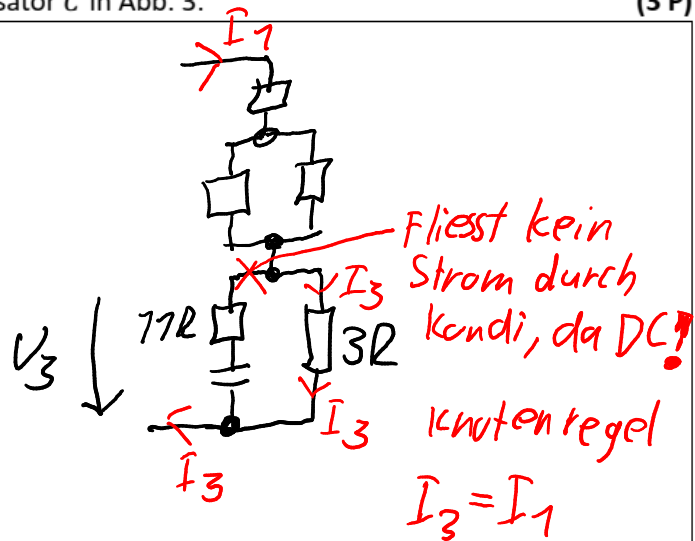
$$W_e = \frac{1}{2} C U_c^2$$

$$U_c = ?$$

$$U_3 = I_1 \cdot 3R$$

Der Kondi ist basically ein ∞ grosser Widerstand $\Rightarrow U_3$ fällt nur über C ab nicht über $17R$

$$\Rightarrow U_c = U_3 \Rightarrow W_e = \frac{1}{2} C (I_1 3R)^2$$



Lösung:

$$W_e = \frac{1}{2} C (I_1 3R)^2$$

- (c) Betrachten Sie die Schaltung in Abb. 4. Berechnen Sie den Widerstand R_{B2} zwischen den Klemmen B und 2. (1 P)

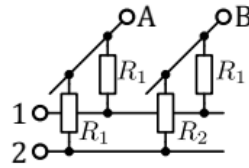


Abb. 4

$\Rightarrow R_{B2} = 3R_1 \parallel R_2 = \frac{3R_1 R_2}{3R_1 + R_2}$

Lösung:

$$R_{B2} = \frac{3R_1 R_2}{3R_1 + R_2}$$

- (d) Betrachten Sie die Brückenschaltung in Abb. 5(a). Zwischen den Ausgangsklemmen A und B ist ein Widerstand R_L angeschlossen. Transformieren Sie die übrigen Elemente in ein Norton-Äquivalent gemäss Abb. 5(b) und nutzen Sie dieses, um den Strom I_L durch R_L zu berechnen. (4 P)

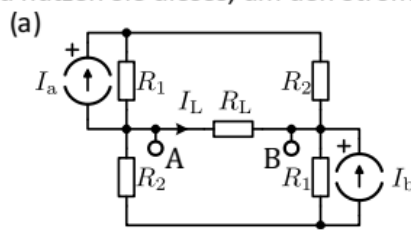
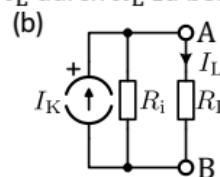


Abb. 5



↓
Nächstes
Mal

Tipps:

1. siehe letztes Mal $R(T)$

am besten nutzt du Excel oder Matplotlib
um die Datenpunkte darzustellen
 $NTC \leftrightarrow PTC$?

2. Vor allem a-c solltest du beherrschen.
Wie bist du mit dem Satz von Gauss verfahren?
(brauchst ihn hier nicht)

Achtung Halb Kugel

3. Lass dich von den Dicken nicht
verwirren.

Übung Netzwerke analysieren, ziemlich
triviale Sache, solltest du basically im
Schlaf können :-)