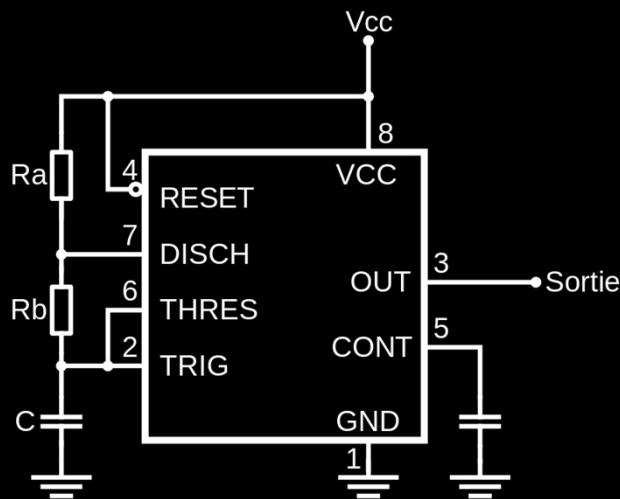


MakerSpace[A]

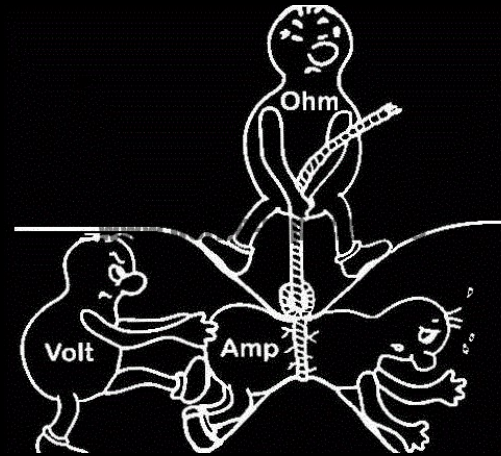
Schaltungstechnik I



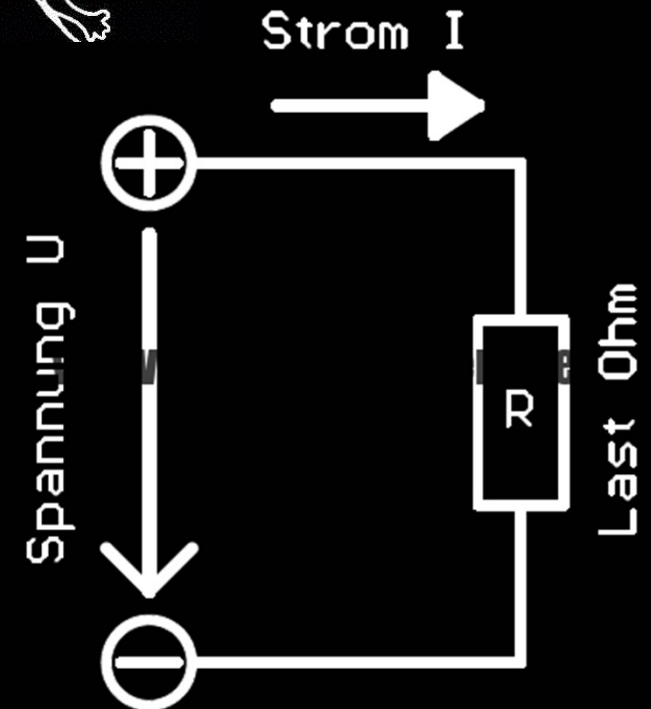
Michael Grabenschweiger
michael@grabenschweiger.com

Ohmsches Gesetz / Leistung

- $U = R * I$
- $P = U * I$
- $P = I^2 * R = U^2 / R$

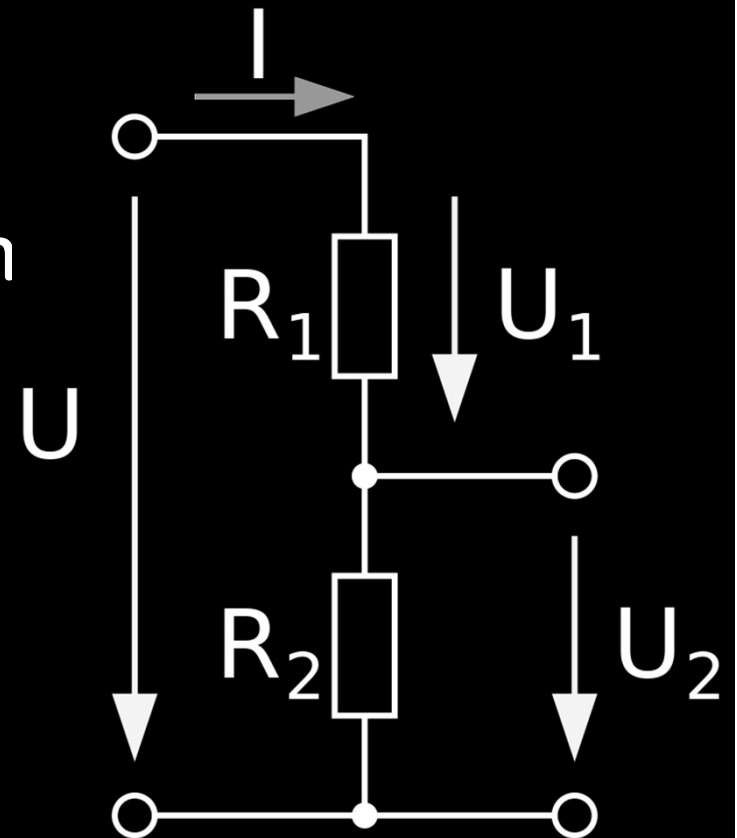


- U... Spannung in Volt
- I ... Strom in Amper
- R... Widerstand in Ohm
- P... Leistung in Watt



Spannungsteiler

- $U_2 = U * \frac{R_2}{R_1 + R_2}$
- Funktioniert nur $R_L \gg R_2$ um
- ansonst ->
- $U_2 = U * \frac{R_2 || R_L}{R_1 + R_2 || R_L}$
 - > Unlustig ☺
 - > Lösung im Vortrag
Schaltungstechnik II



Spannungsquelle != Stromquelle

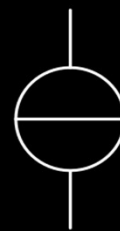
Spannungsquelle

- Innenwiderstand 0Ω
- Spannung Konstant
- Strom Lastabhängig
- Beispiele:
 - Batterie
 - Netzgerät
 - Transformator
 - Thermoelement



Stromquelle

- Innenwiderstand $\text{Inf.}\Omega$
- Spannung Lastabhängig
- Strom Konstant
- Beispiele:
 - Solarzelle
 - Fotodiode
 - Bipolartransistor
 - Messwandler



Widerstandstypen

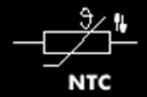
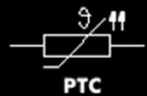
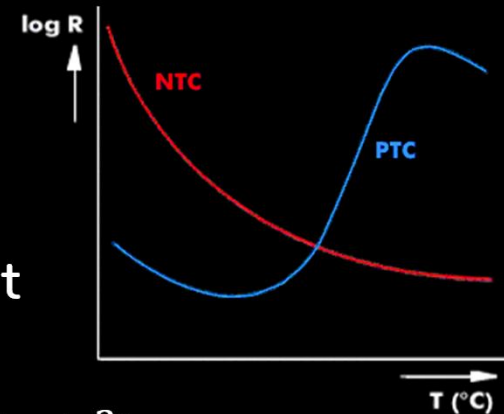


- Festwiderstand



- Temperatursensoren

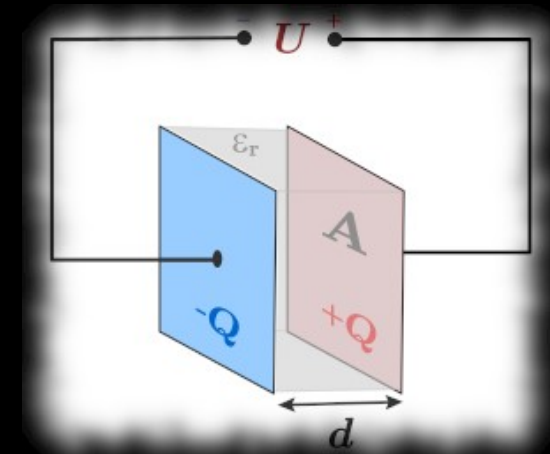
- NTC – Negativ Temperatur Koeffizient
- PTC – Positiv Temperatur Koeffizient
- Platin-Sensor $R_T = R_0 * (1 + \alpha * T + \beta * T^2)$



- VDR – Spannungsabhängiger Widerstand
- LDR – Lichtabhängiger Widerstand
- MDR – Magnetfeldabhängige Widerstände

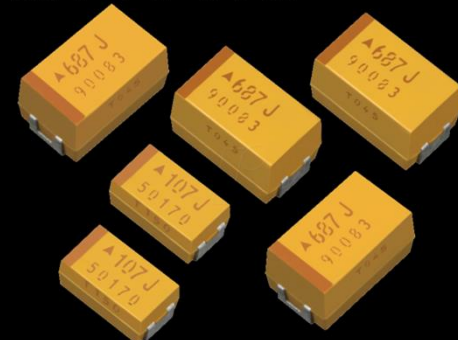
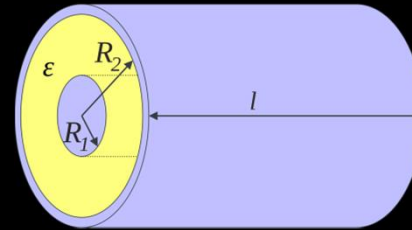
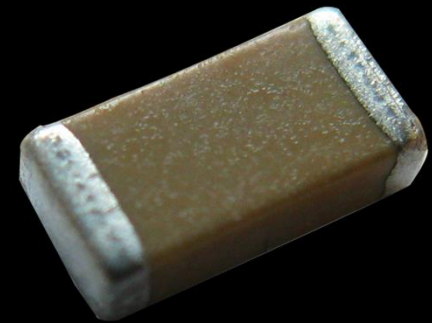
Kapazität

- $Q = C * U = I * t$
 - Q... Ladung in Coulomb (As)
 - C... Kapazität in Farad
- $C = \frac{\varepsilon * A}{d}$ Kapazität eines Kondensators
- Serienschaltung: $C = C_1 || C_2$
- Parallelschaltung: $C = C_1 + C_2$



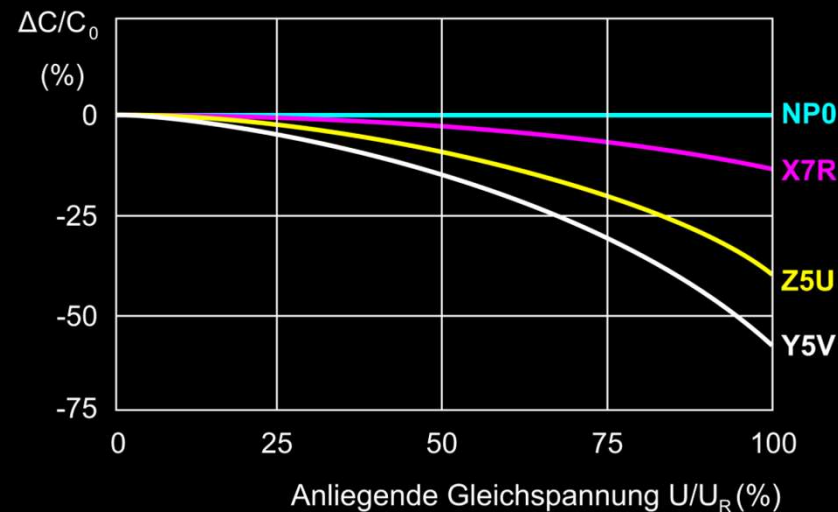
Kondensatoren

- Ungepolte Typen
 - Folienkondensatoren
 - Keramikkondensatoren
 - Koaxial
 - Bipolare Elko's
- Gepolte Typen
 - Aluminium-Elektrolyt-Kondensator ELKO
 - Tantal-Elektrolyt-Kondensator



Besonderheiten bei realen Kondensatoren

- Starke Spannungsabhängigkeit bei Keramikkondensatoren



- Großer Toleranzbereich bei Elko's
– -20% +50% als Standardwert

Halbleiter-Diode

- PN-Diode

- Bis ca. 1kV

- $U_D \sim 0,7V$

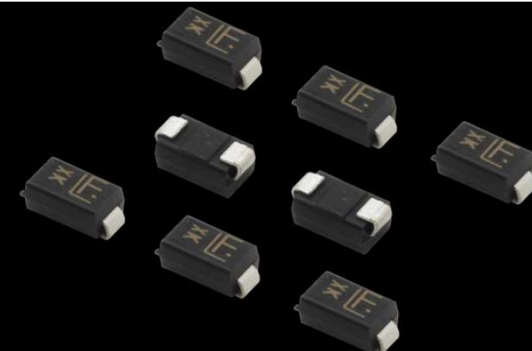
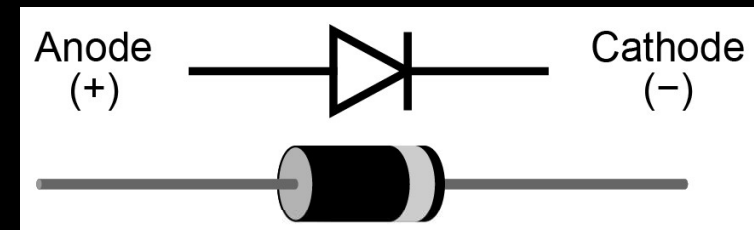
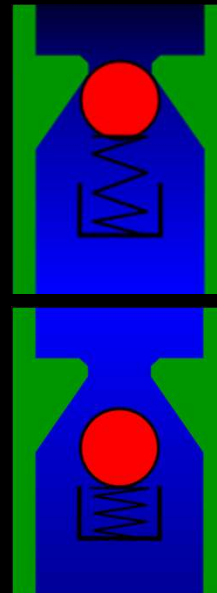
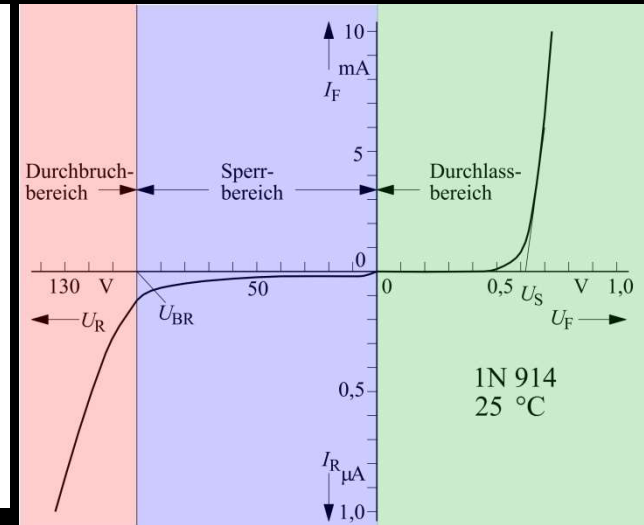
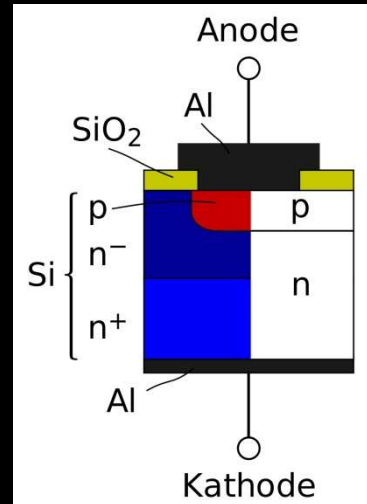
- $I_D = I_S * e^{\frac{U_D}{n*U_T}} - 1$

- $U_T = \frac{k_B * T}{q} \sim 0,25mV$

- Schottky-Diode

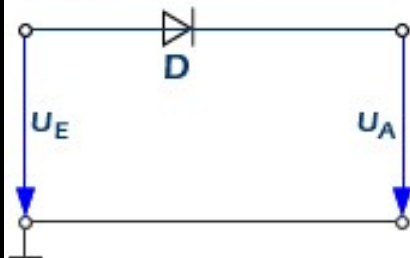
- Metall Halbleiter

- $U_D \sim 0,1 - 0,3V$

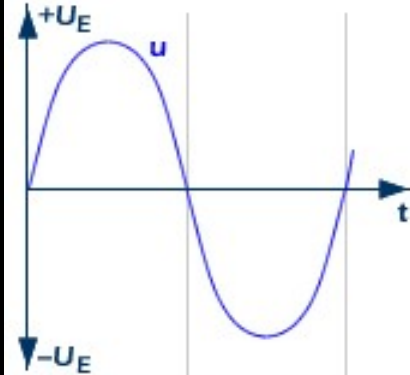


Gleichrichter

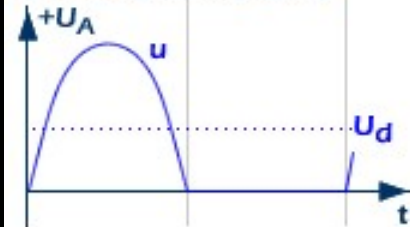
Einfachgleichrichter



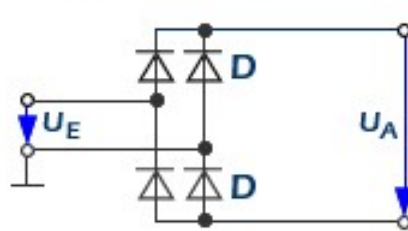
Spannung am Eingang



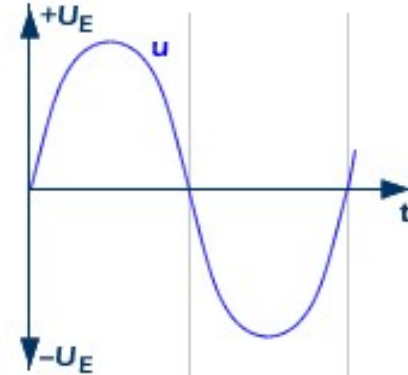
Spannung am Ausgang



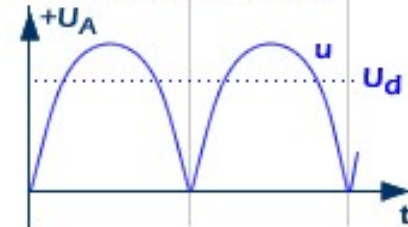
Brückengleichrichter



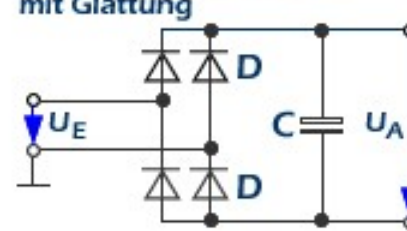
Spannung am Eingang



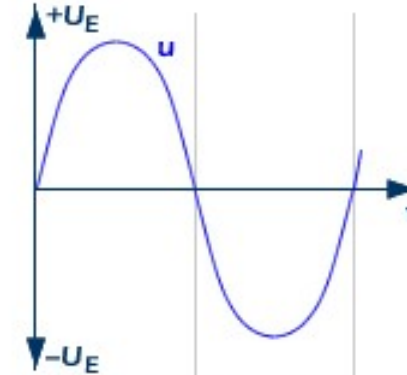
Spannung am Ausgang



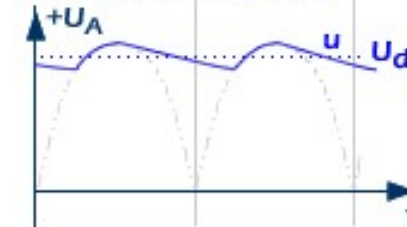
Brückengleichrichter mit Glättung



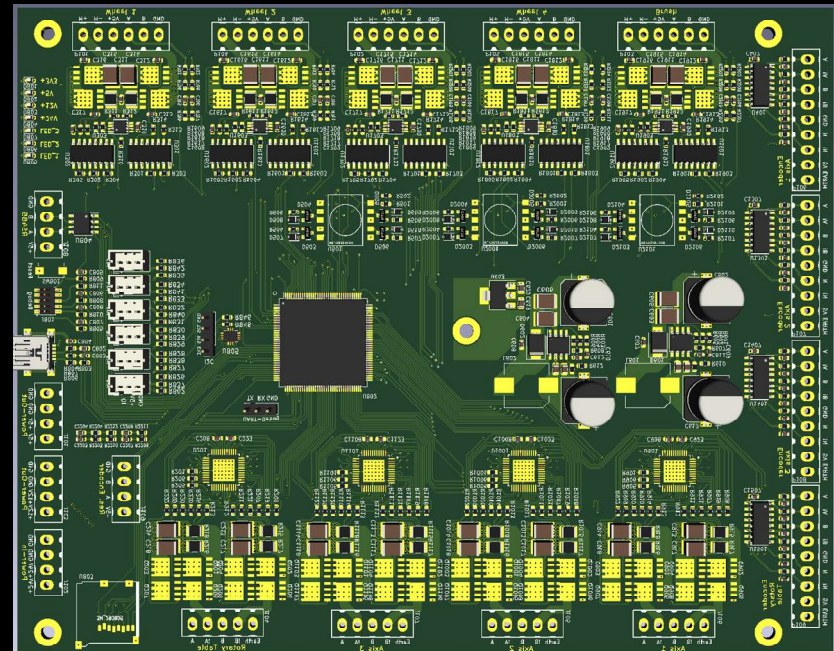
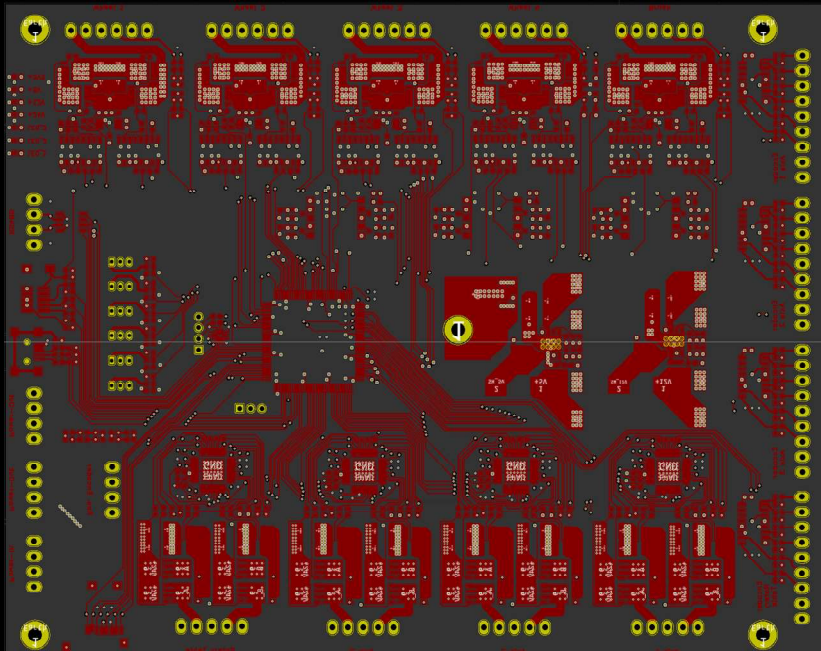
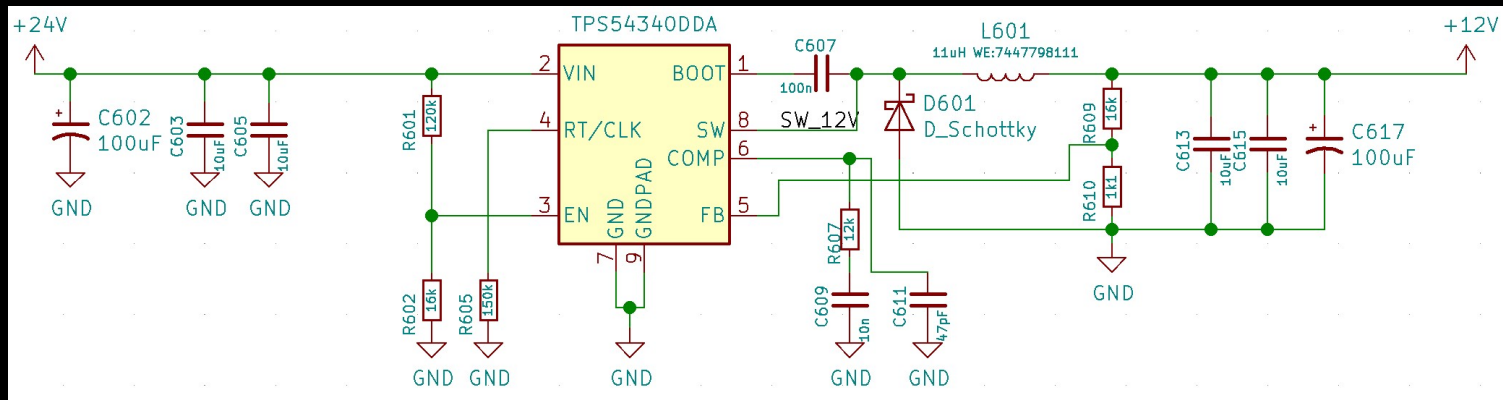
Spannung am Eingang



Spannung am Ausgang



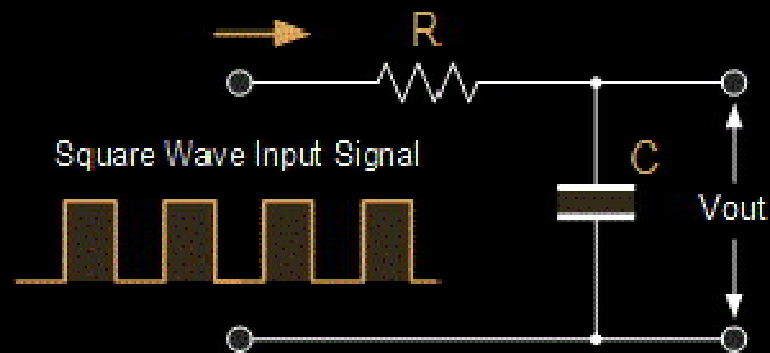
Anwendungen / Schaltungen



RC-Filter

- Glätten von Signalen
- Signalaufbereitung für ADC
 - > Nyquist $f_s \leq \frac{f_{ADC}}{2}$
- Frequenzweichen
- Zeitverzögerungen
- Herausfiltern relevanter Signalanteile

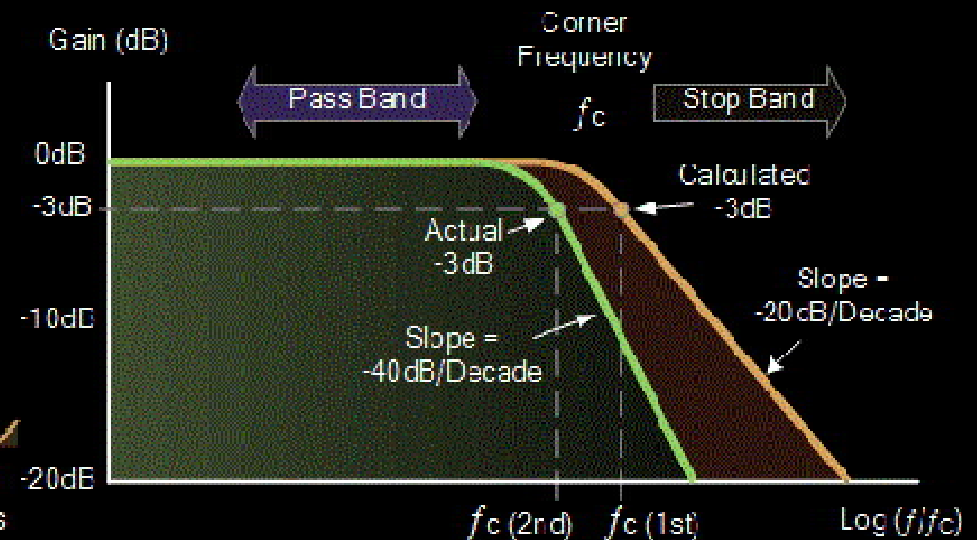
RC-Tiefpassfilter



V_{out} at Low Frequencies

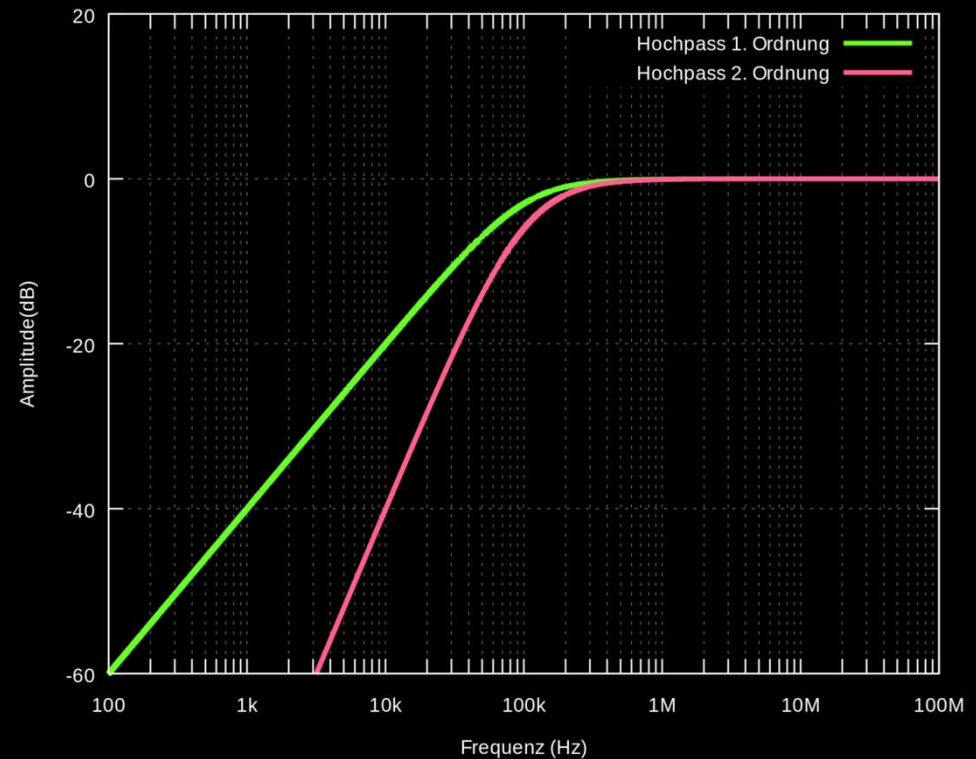
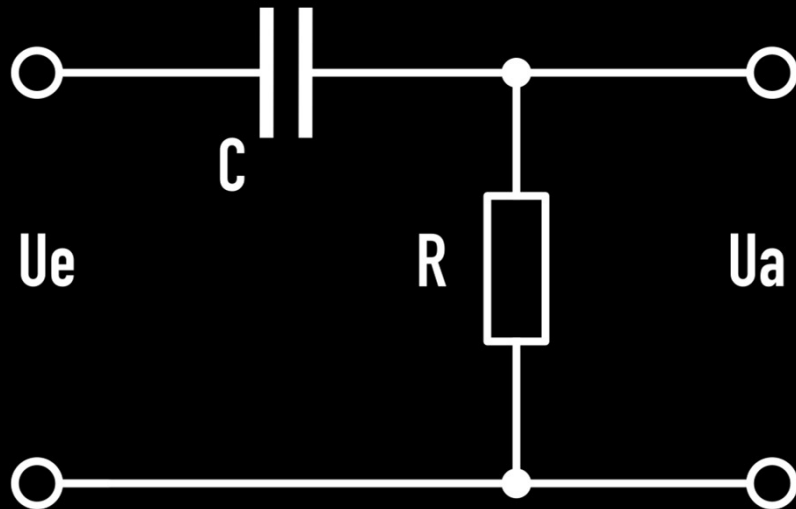
V_{out} at Medium Frequencies

V_{out} at High Frequencies



Grenzfrequenz: $f_g = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$ wobei hier gilt $\left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right| = -3\text{dB}$

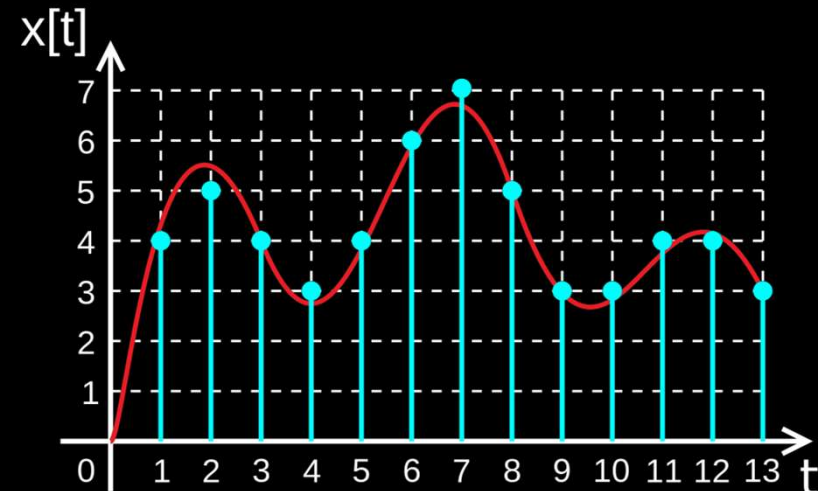
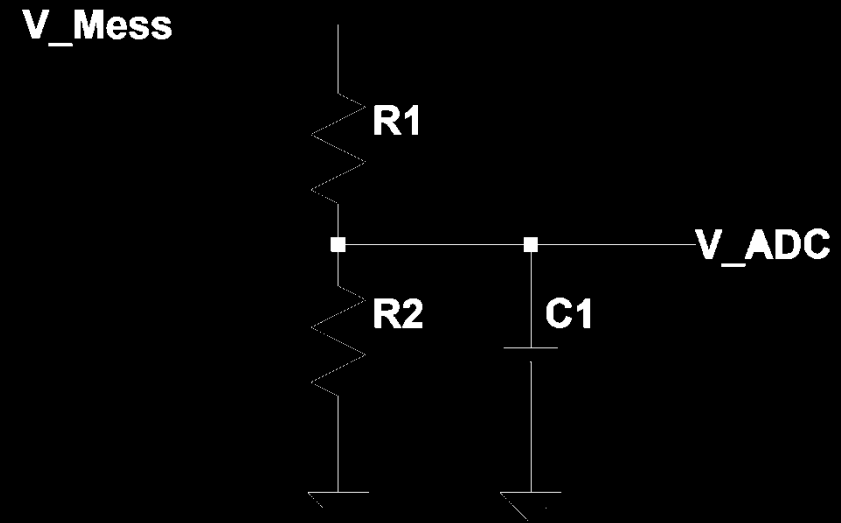
RC-Hochpassfilter



Grenzfrequenz: $f_g = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$ wobei hier gilt $\left| \frac{V_{Out}}{V_{In}} \right| = -3\text{dB}$

Spannungsmessung mit dem Arduino

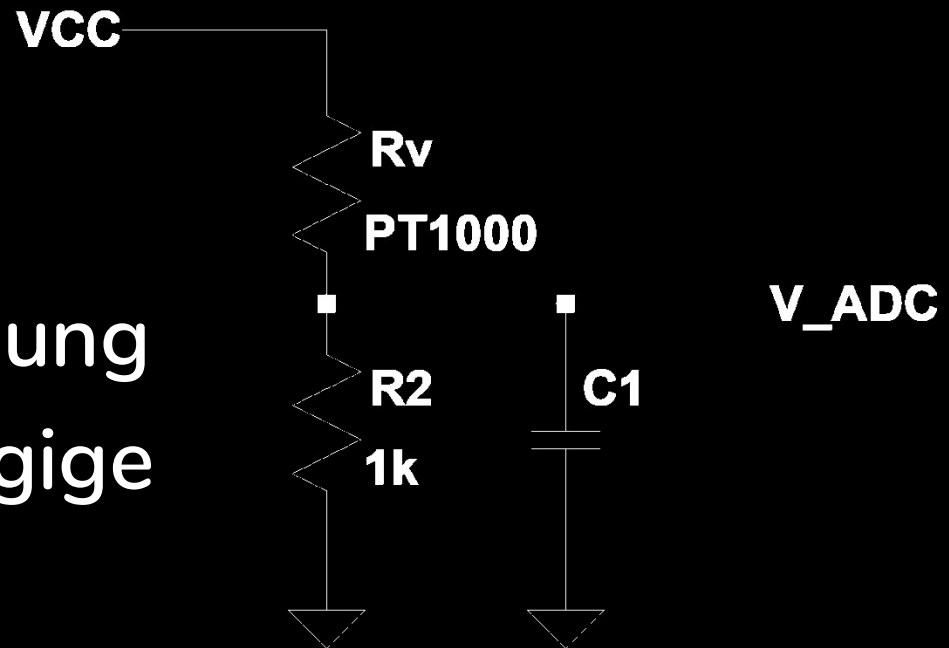
- ADC-Auflösung
- Referenzspannung
- Abtastfrequenz
- Innenwiderstand / Sample-Hold-Kond.
- Antialiasing Tiefpass
- Rückrechnung



Temperaturmessung mit dem uC

- Reduzierbar auf einfache Widerstandsmessung
- Referenzunabhängige Messung möglich!
- Auswahl des Sensors für einfache Erfassung

$$T = \frac{(1023 - ADC)R_2 - R_0ADC}{ADC * R_0 * \alpha}$$



$$R_v = R_0 * (1 + \alpha T + \beta T^2)$$

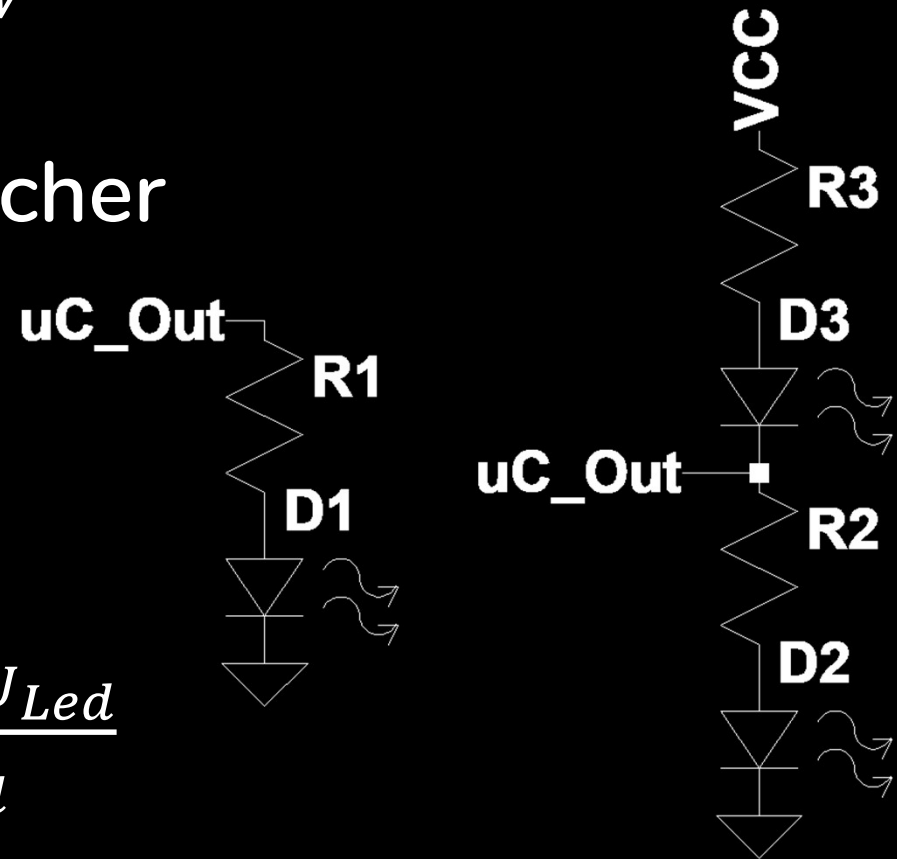
$$V_{ADC} = V_{CC} * \frac{R_2}{R_v + R_2}$$

$$V_{ADC} = V_{CC} * \frac{ADC_{value}}{2^{BITS}} = V_{CC} * \frac{ADC}{1023}$$

$$R_v = R_2 * \left(\frac{1023}{ADC} - 1 \right)$$

Ansteuerung einer Leuchtdiode

- Meist $U_D \sim 1,6V - 3,5V$
- Strom meist stark
reduzierbar bei ähnlicher
Helligkeit
- Genaue Rechnung
Symbolisch sehr
Komplex
- Näherung $R = \frac{U_{Out} - U_{Led}}{I_{Led}}$



Bipolartransistor als Schalter

Relaisansteuerung-Arduino

