Ziel:

- Kenngrößen von RC-Kreis bestimmen

↳ Zeitkonstante $\tau = RC$, Integrationsfähigkeit, Zusammenhang zwischen Amplitude und Phasenverschiebung

Theorie:

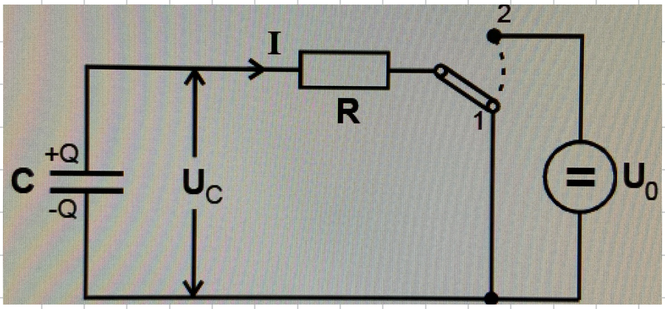
- Relaxationsverhalten: System wird aus Grundzustand entfernt, kehrt nicht-oszillatorisch zurück

↳ Lade-Entlade-Vorgang eines Kondensators

- Ladung Q auf Kondensator

↳ $U_C = Q/C$, C: Kapazität

→ Strom $I = U/R$



- $Q_E(t) = Q(0)\,e^{-\frac{t}{\tau}}$, $\tau = RC$ (Entladen)
- $Q_A(t) = CU_0\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$, $Q(0) = 0$, $Q(\infty) = CU_0$ (Aufladen)

↳ τ: Maß für Geschw. gegen Endzustand

Relaxation mit periodischer Spannung

Sinusspannung: $U(t) = U_0 \cos\omega t$, $\omega \ll \frac{1}{\tau} \rightarrow U_C(t) \approx U(t)$

↳ bei steigendem ω → Phase zw. U_C & U, Amplitude von U_C nimmt ab

→ $\varphi(\omega) = \arctan(-\omega\tau)$, $A(\omega) = \dfrac{U_0}{\sqrt{1+\omega^2R^2C^2}}$

=> RC-Kreise häufig als Tiefpass verwendet

RC als Integrator:

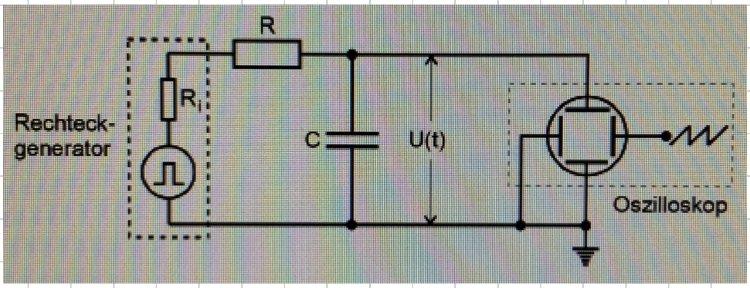
Wenn $\omega \gg \frac{1}{\tau}$, dann kann RC-Kreis als Integrator verwendet werden: $U_C(t) = \frac{1}{\tau}\int_0^t U(t')\,dt'$

Durchführung:

- Oszilloskop
- Spannungsgenerator mit Tiefpass, Sinus-, Rechteck-, Sägezahnspannung mit variabler Frequenz

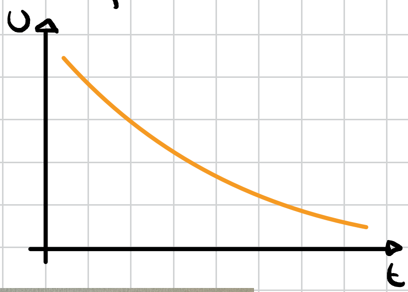
Auf- & Entladung eines Kondensators:

- Ermittlung von τ
  ↳ Kondensator & Oszilloskop parallelgeschalten
    ↳ Spannungsabfall hinter Kondensator wird von Oszilloskop abgefangen



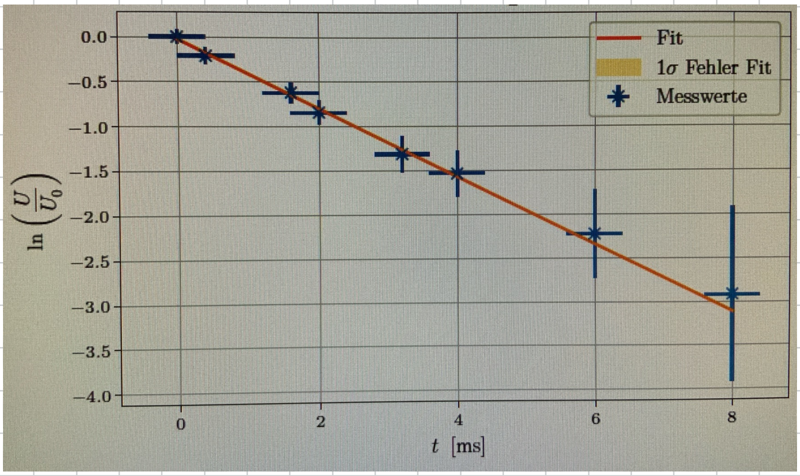
  ↳ Rechteckspannung
  ↳ Kalibrierung des Oszilloskops (Einstellen einer kleinen Frequenz)

- Variieren der Frequenz, sodass sich U_c um Faktor 5-10 ändert → Aufnahme von t's und U's



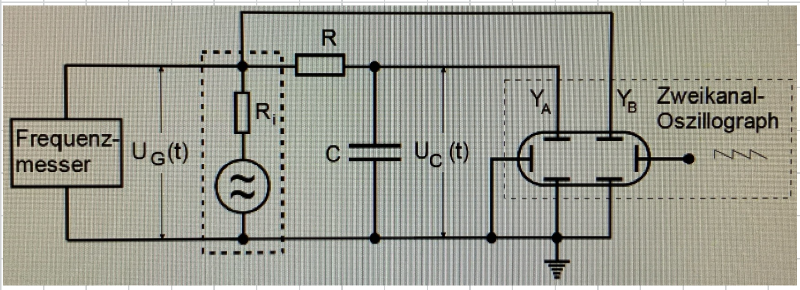
- linearer Fit: $\ln\frac{U}{U_0} = \alpha t + \beta$

  $\rightarrow \tau \equiv -\frac{1}{\alpha} \approx 2{,}5\,\text{ms}$



Bestimmung von τ durch Spannungsamplitude:

- Zusätzlich Frequenzmesser parallel zu Sinusspannung



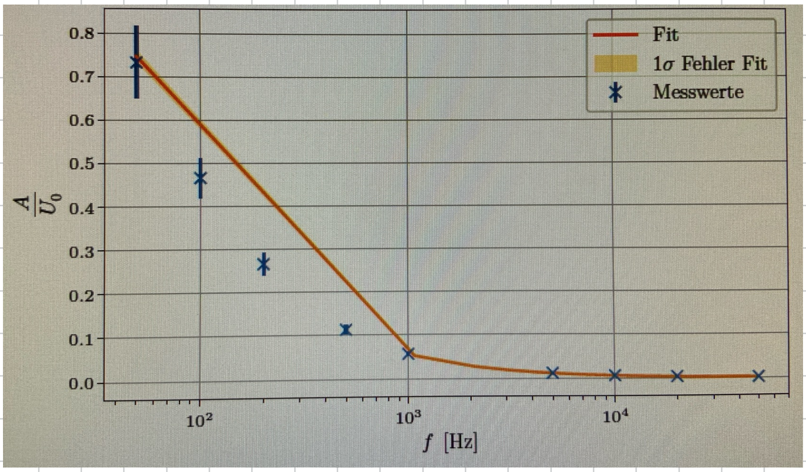
- Abbilden von U_c und U auf Oszilloskop → Einstellen von versch. Frequenzen (10^2 Hz – 10^5 Hz)

- Aufnahme von Amplituden von U_c und Phasenversch. von U_c und U und Aufnahme der Periodendauer von U.

• $\frac{A}{U} = \frac{1}{\sqrt{1+4\pi^2 f^2 \underbrace{R^2C^2}_{\tau^2}}}$

↳ lin Fit: $\frac{A}{U} = \frac{1}{\sqrt{1+\alpha f^2}}$

$\Rightarrow \tau = \frac{\sqrt{\alpha}}{2\pi}$



Integrationsfähigkeit:

• gleicher Aufbau

• Einstellen von unterschiedlichen Spannungsarten, $\omega \gg \frac{1}{\tau}$

↳ Abbilden von U & U_C auf Oszilloskop

→ Kondensatorspannung ist integriertes U

Diskussion:

• leichte Deformierungen bei Integration