



## AUFGABEN

- Punktweise Aufzeichnung des Verlaufs der Kondensatorspannung beim Laden eines Kondensators durch Messung der Ladezeiten.
- Punktweise Aufzeichnung des Verlaufs der Kondensatorspannung beim Entladen eines Kondensators durch Messung der Entladezeiten.
- Bestimmung der internen Widerstände und Kapazitäten durch Messung der Lade- bzw. Entladezeit und Vergleich mit bekannten externen Parametern.

## ZIEL

Messung der Lade- und Entladezeiten.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Entladekurve eines Kondensators wird durch Messen der Ladezeiten bis zum Erreichen vorgegebener Vergleichsspannungen punktweise abgetastet. In gleicher Weise wird auch die Ladekurve gemessen. Aus den Messwerten werden die Daten der beteiligten Widerstände und Kondensatoren bestimmt.

## BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Lade- und Entladegerät (230 V, 50/60 Hz)	1017781 oder
	Lade- und Entladegerät (115 V, 50/60 Hz)	1017780
1	Kondensator 1000 $\mu\text{F}$ , 16 V, P2W19	1017806
1	Widerstand 10 k $\Omega$ , 0,5 W, P2W19	1012922
<b>Zusätzlich empfohlen:</b>		
1	Digital-Multimeter P1035	1002781

# 1

## ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

In einem Gleichstromkreis fließt Strom durch einen Kondensator nur während eines Ein- oder Ausschaltvorgangs. Durch den Strom wird der Kondensator beim Einschalten geladen, bis die angelegte Spannung erreicht ist, und beim Ausschalten entladen, bis die Spannung Null erreicht ist.

Für einen Gleichstromkreis mit der Kapazität  $C$ , dem Widerstand  $R$  und der Gleichspannung  $U_0$  gilt beim Einschalten

$$(1) \quad U(t) = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

und beim Ausschalten

$$(2) \quad U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

mit der Zeitkonstante

$$(3) \quad \tau = R \cdot C$$

Zur Überprüfung dieses Zusammenhangs werden im Experiment die Zeiten gemessen, die bis zum Erreichen vorgewählter Vergleichsspannungen verstreichen. Dazu wird die Stoppuhr mit dem Lade- bzw. Entladevorgang gestartet und anschließend durch eine Komparatorschaltung gestoppt, sobald die Vergleichsspannung erreicht ist. Durch Messung für verschiedene Vergleichsspannungen wird die Lade bzw. Entladekurve punktweise abgetastet.

In der Praxis interessant ist auch die Zeit

$$(4) \quad t_{5\%} = -\ln(5\%) \cdot R \cdot C \approx 3 \cdot R \cdot C$$

in der die Kondensatorspannung beim Entladen 5% des Ausgangswertes  $U_0$  erreicht und beim Laden bis auf 5% an den Endwert  $U_0$  herankommt. Durch Messung von  $t_{5\%}$  können z.B. die Parameter  $R$  und  $C$  bestimmt werden.

## AUSWERTUNG

Bei bekanntem externem Widerstand  $R_{\text{ext}}$  wird die externe Kapazität  $C_{\text{ext}}$  gemäß (4) aus der Zeit  $t_{5\%}$  berechnet:

$$C_{\text{ext}} = \frac{t_{5\%}}{3 \cdot R_{\text{ext}}}$$

Diese so ermittelte externe Kapazität wird parallel zur unbekanntenen internen Kapazität  $C_{\text{int}}$  geschaltet, um diese in einem Vergleich der Lade- und Entladezeiten zu ermitteln.

Schließlich erhält man die drei noch unbekanntenen internen Widerstände  $R_{\text{int},i}$  aus den zugehörigen Lade- und Entladezeiten:

$$R_{\text{int},i} = \frac{t_{5\%,i}}{3 \cdot C_{\text{int}}} \quad \text{mit } i = 1, 2, 3$$

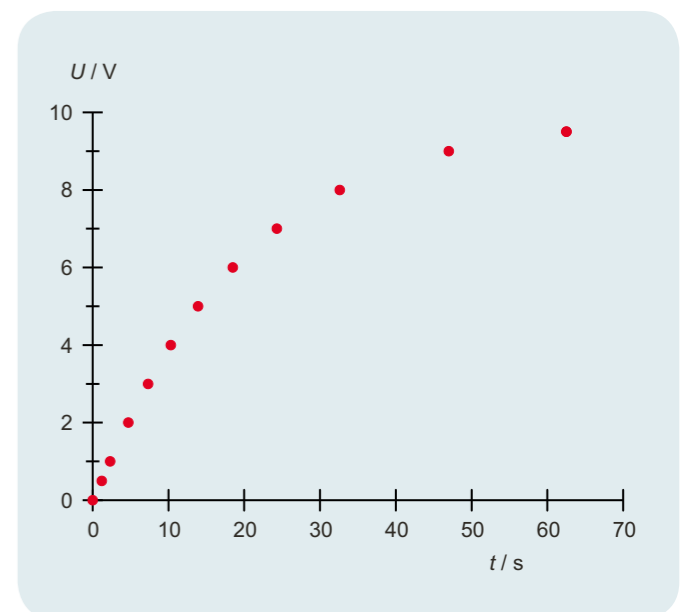


Abb. 1 Ladekurve eines internen RC-Paares

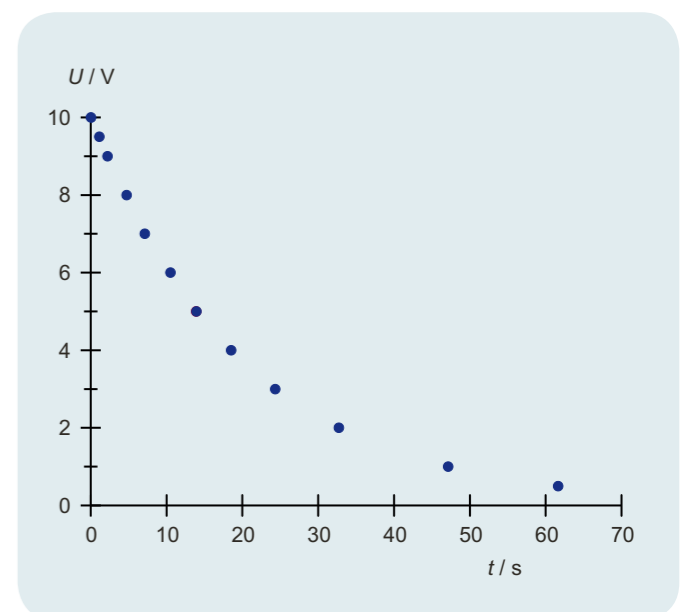


Abb. 2 Entladekurve eines internen RC-Paares