

	<b>Fachbereich Elektrotechnik</b> Laborpraktikum Grundlagen der Elektrotechnik	Versuch 4
	<b>Kapazität, Lade- und Entladevorgänge</b>	
Seminargruppe: ..... <u>1.13</u> ..... Praktikumsgruppe: ..... <u>P05</u> ..... Teilnehmer: ..... <u>Lüngen Döffinger</u> ..... .....	Datum: ..... <u>21.01.2010</u> ..... <b>Testat:</b> ..... <u>Gerlach</u> ..... ..... <u>Kiedler</u> ..... Unterschrift	

#### Literatur

- [1] Führer, Heidemann, Nerretter:  
 Grundgebiete der Elektrotechnik, Bd. 2  
 München: Hanser Verlag 1990, S. 268-271
- [2] Paul:  
 Elektrotechnik 2; 2. Auflage;  
 Springer Verlag, S. 351-356

### 1 Versuchsvorbereitung

1. Skizzieren Sie das Gleichstromersatzschaltbild eines Kondensators!
2. Der Wert einer Kapazität kann über Auf- oder Entladevorgänge ermittelt werden. Spezifizieren Sie die Gleichung der Spannungs-Zeit-Funktion für das Entladen eines Kondensators zur Kapazitätsermittlung, unter der Bedingung, dass der Kondensator auf die Hälfte des Anfangswertes der Ladespannung entladen wird (Halbwertszeit).
3. Wie ist der Isolations- oder Leckwiderstand des Kondensators auf der Grundlage des Ersatzschaltbildes definiert?  
 Der Isolationswiderstand soll auf der Grundlage der Selbstentladung bei bekannter Kapazität ermittelt werden. Beschreiben Sie kurz das Messverfahren und formulieren Sie die Gleichung!
4. Die Schaltung nach Bild 1 wird aus einer niederohmigen Quelle gespeist und im Leerlauf betrieben!

- Geben Sie die Spannungs-Zeit-Funktionen  $u_C(t)$  an:  
 - für den Aufladevorgang bei sprungförmiger Erregung und  
 - für den Entladevorgang.

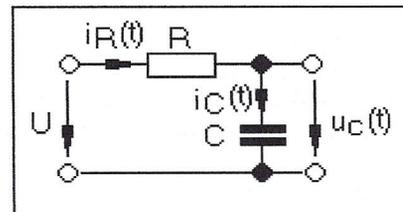


Bild 1

- Leiten Sie aus den Spannungs-Zeit-Funktionen für Auf- und Entladung die Strom-Zeit-Funktionen beider Vorgänge her!  
 Nutzen Sie dazu die Strom-Spannungs-Beziehung am Kondensator (Kontinuitätsgleichung).
  - Stellen Sie die vier Gleichungen der Zeitfunktionen und deren graphische Verläufe übersichtlich zusammen!
5. Geben Sie Definitionen für die Zeitkonstante  $\tau$ , die Halbwertszeit  $t_H$  und die Zeit für die technische Aufladung bzw. Entladung eines Kondensators an!

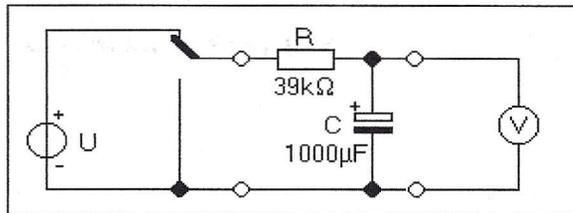
6. Berechnen Sie die Zeitkonstanten und die Halbwertszeiten für folgende RC-Kombinationen und tragen Sie die Ergebnisse in die Tabelle 1 (unter 3. Auswertung) ein!

$$\begin{aligned} R_1 &= 47\text{k}\Omega & C_1 &= 470\mu\text{F} \\ R_2 &= 15\text{k}\Omega & C_2 &= 470\mu\text{F} \\ R_3 &= 15\text{k}\Omega & C_3 &= 1000\mu\text{F} \end{aligned}$$

## 2 Versuchsdurchführung

**Die Kondensatoren sind stets mit Vorwiderstand zu betreiben!**

1. Ermitteln Sie die Kapazität des Kondensators mit dem Nennwert  $C = 1000\mu\text{F}$  mit Hilfe der Schaltung nach Bild 2 über die Halbwertszeit! Messen Sie den Wert des Widerstandes mit dem Nennwert  $R = 39\text{k}\Omega$  mit dem digitalen Handmultimeter!



$$t_{1/2} = 25\text{s}$$

$$C = \frac{t_{1/2}}{0,69 \cdot R} = \frac{25\text{s}}{0,69 \cdot 39\text{k}\Omega} = 930\mu\text{F} \quad \text{Bild 2}$$

2. Bestimmen Sie den Isolationswiderstand des Elektrolytkondensators mit  $C = 1000\mu\text{F}$  unter Nutzung der Schaltung nach Bild 3 über die Selbstentladung!

**Verfahren Sie nach folgender Anleitung:**

- Laden Sie den Kondensator vollständig auf eine gewählte Spannung  $U_0$  auf!
- Trennen Sie gleichzeitig Spannungsquelle und Messgerät vom Kondensator und starten Sie die Zeitnahme!
- Messen Sie nach  $t = 180\text{s}$  die Kondensatorspannung!
- Berechnen Sie den Isolationswiderstand!

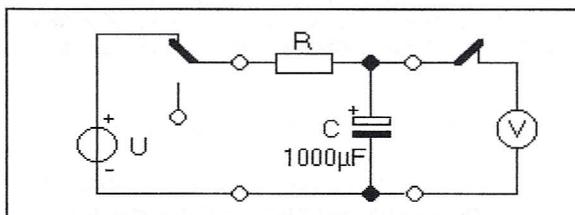


Bild 3

$$U_{\text{mess}} = 14,8\text{V}$$

$$R_{\text{iso}} = \frac{180\text{s}}{\ln\left(\frac{25\text{V}}{14,8\text{V}}\right) \cdot 1000\mu\text{F}} = 13,41\text{M}\Omega$$

3. Ermitteln Sie messtechnisch die Zeitfunktionen von Spannung und Strom am Kondensator für die Auf- und Entladung an einem RC-Glied nach Bild 2 jeweils in einem Zeitintervall von  $0 \leq t \leq 60\text{s}$ ! Für die Aufladung ist eine Ladespannung von  $U_0 = 15\text{V}$  zu verwenden. Die Entladevorgänge sind bei einer Spannung von  $U_0 = 15\text{V}$  zu starten.

Erweitern Sie die Schaltung nach Bild 2 um die Möglichkeit der Messung des Kondensatorstromes!

**Achten Sie auf die Polung der Kondensatoren, bei Falschpolung droht Zerstörung der BE!**

Nehmen Sie die Funktionen für folgende RC-Kombinationen auf!

$$\begin{aligned} R_1 &= 47\text{k}\Omega & C_1 &= 470\mu\text{F} \\ R_2 &= 15\text{k}\Omega & C_2 &= 470\mu\text{F} \\ R_3 &= 15\text{k}\Omega & C_3 &= 1000\mu\text{F} \end{aligned}$$

Stellen Sie die drei Spannungs- bzw. die drei Stromfunktionen für den Auf- bzw. Entladevorgang in jeweils einem Diagramm gemeinsam auf mm-Papier dar!  
 Es entstehen 4 Diagramme mit jeweils drei Kurven!  
 Bestimmen Sie graphisch in einem der vier Diagramme die Zeitkonstanten und die Halbwertzeiten und tragen Sie die Werte unter Auswertung in Tabelle 1 ein!

### 3 Auswertung

1. Begründen Sie die Abweichungen zwischen den theoretisch und praktisch ermittelten Funktionsverläufen  $C = f(l)$  in Längenintervall  $4 \text{ mm} \leq l \leq 80 \text{ mm}$ !  
 Stützen Sie sich auf die Überlegungen aus der Vorbereitung!
2. Berechnen Sie die relativen Abweichungen  $\Delta X/X$  für die Zeitkonstanten und die Halbwertzeiten und tragen Sie diese in die Tabelle 1 ein!

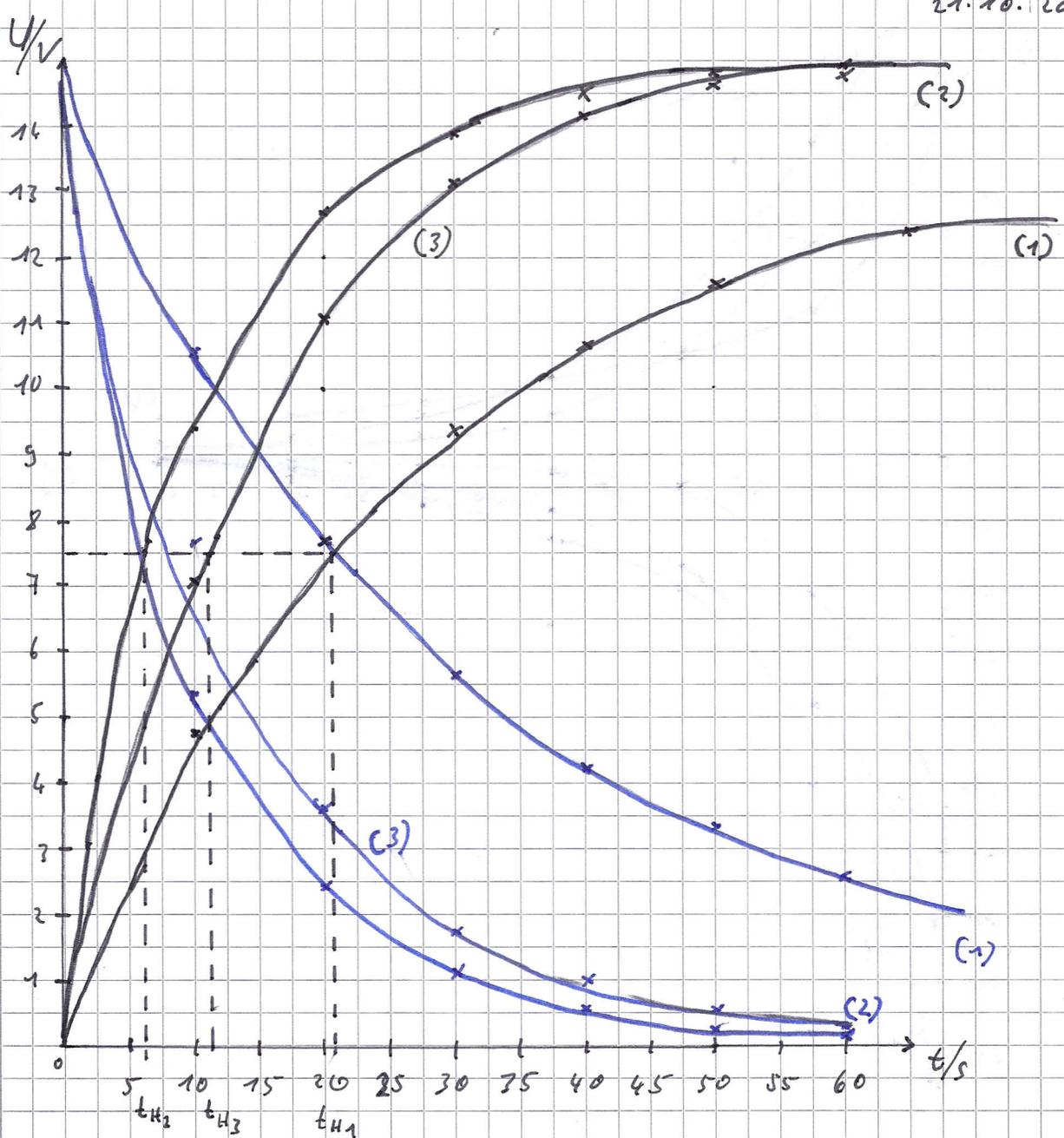
Nennwerte	$R_1 = 47 \text{ k}\Omega$ , $C_1 = 470 \mu\text{F}$		$R_2 = 15 \text{ k}\Omega$ , $C_2 = 470 \mu\text{F}$		$R_3 = 15 \text{ k}\Omega$ , $C_3 = 1000 \mu\text{F}$	
	$\tau_1/\text{s}$	$t_H 1/\text{s}$	$\tau_2/\text{s}$	$t_H 2/\text{s}$	$\tau_3/\text{s}$	$t_H 3/\text{s}$
berechnet ( $X_{\text{soll}}$ )	22,09	15,4	7,05	4,86	15	10,35
gemessen ( $X_{\text{ist}}$ )	30,3	21	8,66	6	15,9	11
$\frac{X_{\text{ist}} - X_{\text{soll}}}{X_{\text{soll}}} / \%$	37,2	37,8	22,8	23,5	6	6,3

Tabelle 1

Vergleichen Sie die messtechnisch ermittelten Kennwerte mit denen auf der Basis der Nennwerte der Bauelemente errechneten Werte für die Zeitkonstanten und die Halbwertzeiten!  
 Diskutieren Sie die Unterschiede!

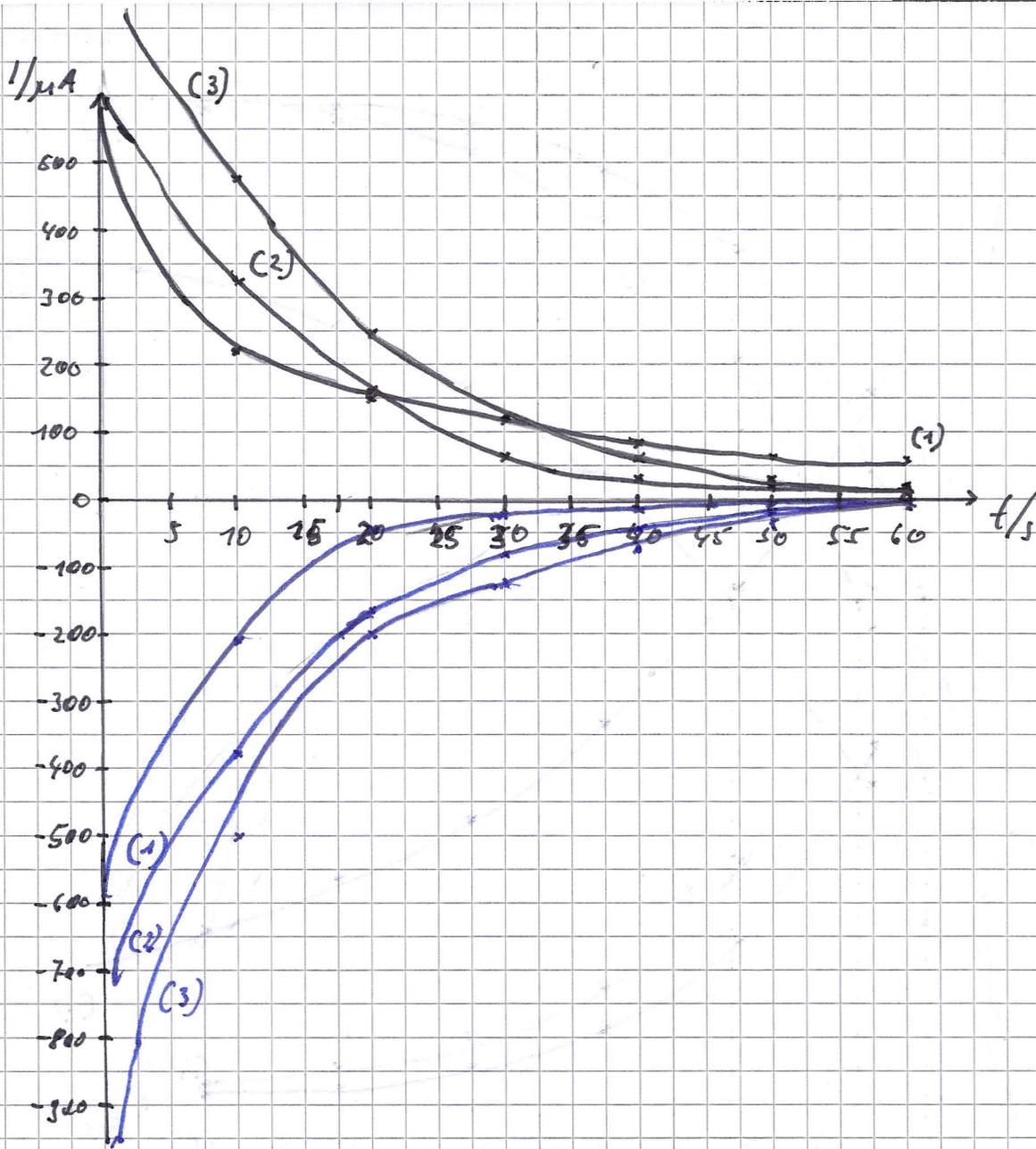
Jürgen Döfling  
 S. 1.19  
 P. 05

21.10.2020



— Ladung — Entladung

- |                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| (1) $47k\Omega / 470\mu F$  | $t_{H1} = 20.4s \approx 21s$ |
| (2) $15k\Omega / 470\mu F$  | $t_{H2} = 6s$                |
| (3) $15k\Omega / 1000\mu F$ | $t_{H3} = 17s$               |



— Entladung

— Ladung

(1)  $47\text{ k}\Omega / 470\text{ }\mu\text{F}$

(2)  $15\text{ k}\Omega / 470\text{ }\mu\text{F}$

(3)  $15\text{ k}\Omega / 1000\text{ }\mu\text{F}$