



Nicht-idealer Kondensator (10 Punkte)

Mit diesem Experiment sollen die Eigenschaften von Kondensatoren untersucht werden.

Die Kapazität eines Kondensators (in diesem Text immer als differentielle Kapazität bezeichnet) kann anhand der Ladekurve seiner Spannung $U(t)$ über den Widerstand R_1 ermittelt werden. Je nach Schaltung ist es notwendig, das Verhältnis des Ladestroms $I(U)$ des Kondensators zur Spannung zu finden und damit die Kapazität zu bestimmen:

$$C(U) = \frac{dq}{dU} = \frac{Idt}{dU} = \frac{I(U)}{dU/dt}. \quad (1)$$

Die in diesem Experiment realisierte elektrische Schaltung ist in Abb. 1.1 dargestellt. Der Schalter S1 auf der Platine kann zum Umschalten zwischen den Kondensatoren C1 und C2 verwendet werden. Die Mittelstellung des Schalters spielt in diesem Experiment keine Rolle und sollte nie verwendet werden.

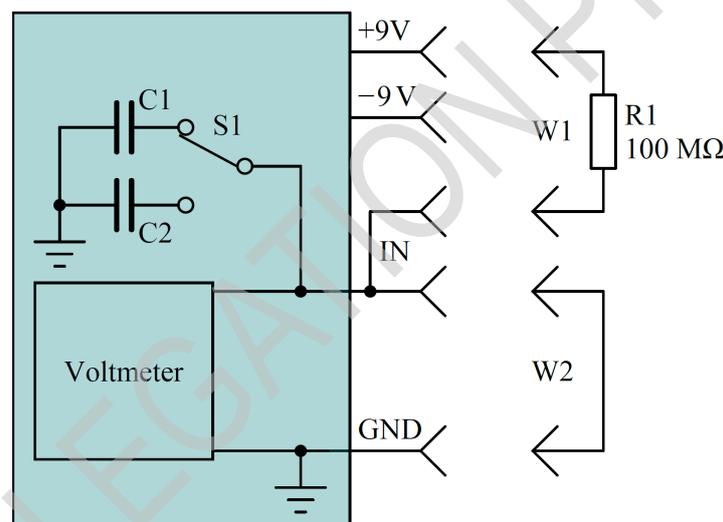


Abb. 1.1. Elektrische Schaltung des Experimentes

Achtung: Einer der Probekondensatoren enthält ein Dielektrikum mit einer Dielektrizitätskonstante, die von der Änderungsrate der Kondensatorspannung abhängt. Um diese Rate möglichst stabil zu halten, sollte bei Messungen an den positiven Spannungen der Kondensator von 9 V bis auf -9 V aufgeladen werden, während bei Messungen an den negativen Spannungen der Kondensator von -9 V in Richtung 9 V aufgeladen wird. Die gemessene Kapazität kann durch den vorherigen Zustand des Kondensators beeinflusst werden, daher sollte der Kondensator vor der Messung mindestens 10 s lang auf der Startspannung gehalten werden.

Part A. Kondensator Bei Raumtemperatur (4.0 Punkte)

Miss die Kapazität der Kondensatoren C1 und C2 in Abhängigkeit von der Spannung bei Raumtemperatur und stelle diese grafisch dar (trage alle Graphen in dieselbe Zeichnung ein).



A.1 Miss und stelle grafisch $C_1(U)$ und $C_2(U)$ im Bereich von -7 V bis 7 V dar. Gib im Answer Sheet die Werte C_1 und C_2 für die Spannungen 0 V , 3 V , and 6 V an. Gib die Formel an, mit der du die Kapazität aus den Rohmessungen berechnest. Gib auch die Board-ID und die Raumtemperatur an. 2.3pt

A.2 Bestimme die Spannung $U_{\text{max change}}$, bei der die Kapazität des Kondensators die schnellste Änderung bezüglich der Spannung zeigt ($\frac{dC(U)}{dU}$). Gib im Answer Sheet an, welcher Kondensator (C1 or C2) die schnellste Änderung zeigt und wo das der Fall ist. 0.5pt

A.3 Gib die Änderung der Ladungen q_1 und q_2 der Kondensatoren C1 und C2 bei 6 V an! 1.2pt

Part B. Kalibrierung des NTC Widerstand (1.0 Punkte)

Miss die Spannung am NTC (temperaturabhängiger Widerstand: Negative Temperature Coefficient) bei bekannter Raumtemperatur (nimm dazu den Wert des Thermometers im Wettbewerbsraum). Die Formel (1) für den Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur und die elektrische Schaltung kannst du dem "Experimenteller Wettbewerb - Overall Guide G1" entnehmen.

B.1 Bestimme die Konstante R_0 für den NTC Widerstand. 1.0pt

Part C. Kondensatoren bei unterschiedlichen Temperaturen (3.0 Punkte)

C.1 Miss und zeichne $C_1(U)$ und $C_2(U)$ im Bereich von -7 V bis 7 V bei den Temperaturen $40\text{ }^\circ\text{C}$, $65\text{ }^\circ\text{C}$ und $85\text{ }^\circ\text{C}$. 1.3pt

C.2 Zeichne $C_1(T)$ und $C_2(T)$ bei 0 V und 6 V in Abhängigkeit von der Temperatur von Raumtemperatur bis $85\text{ }^\circ\text{C}$. 0.5pt

C.3 Gib im Answer Sheet das Verhältnis $C(85\text{ }^\circ\text{C})/C(40\text{ }^\circ\text{C})$ für beide Kondensatoren C1 und C2 bei 0 V und 6 V an. 1.2pt

Part D. Fehlerquellen der Messungen (2.0 Punkte)

Die vorherigen Aufgaben in diesem Experiment wurden unter der Bedingung einer langen Anfangsladezeit durchgeführt. Bei der Betrachtung kürzeren Aufladezeiten ($0,1 - 10\text{ s}$) kann es mehrere Fehlerquellen geben:

1. Leckstrom.

2. Polarisationsseigenschaften des dielektrischen Mediums des Kondensators können mit der dielektrischen Permittivität (Dielektrizitätskonstante) beschrieben werden, die von der Prozesszeit abhängt.

Achtung: Das wärmeisolierende Material kann Luftfeuchtigkeit aufnehmen und leitfähig werden. Entferne es, wenn du Messungen zum Leckstrom durchführst.



Bestimme die Hauptfehlerquelle für die Messung von C1 und C2, da die Leckströme am Kondensator und die Eingangsströme des Voltmeters von der Spannung abhängen. Schätze diese Fehler bei einer Spannung nahe 9 V ab. Entscheide, welche Hilfsmessungen unter welchen Bedingungen durchgeführt werden müssen, um diese Fragen zu beantworten. In deinen Antworten auf die folgenden Fragen D.1 und D.2 kannst du angeben, unter welchen Bedingungen du misst, welche Größen du misst und welche Schlussfolgerungen du aufgrund deiner Messungen ziehst. Beispiele dazu sind in den folgenden Tabellen dargestellt.

Hinweis: Dies sind nur Beispiele, wie du deine Messungen schematisch beschreiben kannst. Du musst die relevanten Bedingungen deiner Messungen selbst bestimmen.

Beispiele, wie die Antworten auf die Fragen D.1 und D.2 angegeben werden sollen:

Beispiel 1.

Es zeigt sich, dass die Änderungsrate der Spannung von C1, der an den Messkreis angeschlossen ist, bei 9 V schneller ist als bei 0 V.

Mögliche S1 Positionen: C1, C2

Mögliche IN Schaltungen: +9V, -9V, GND, Free

Anfangsbedingungen:

S1 Position	IN Schaltung
C1	9V

Prozess:

Schritt Nummer	S1 Position	IN Schaltung	Dauer, s	gemessene Variable
1	C1	Free		$ duC(t) /dt$
2	C1	GND		
3	C1	Free		$ duC(t) /dt$

Ergebnis: $|duC(t)|/dt|_1 > |duC(t)|/dt|_3$



Beispiel 2.

Es zeigt sich, dass die Änderungsrate der Spannung von C1 bei 9 V größer ist als die durchschnittliche Änderungsrate der Spannung ab 0 V über 1000 Sekunden.

Mögliche S1 Positionen: C1, C2

Mögliche IN Schaltungen: +9V, -9V, GND, Free

Anfangsbedingungen:

S1 Position	IN Schaltung
C1	9V

Prozess:

Schritt Nummer	S1 Position	IN Schaltung	Duration, s	gemessene Variable
1	C1	Free		$ duC(t) /dt$
2	C1	GND		
3	C1	Free		uC
4	C1	Free	1000	
5	C1	Free		uC

Ergebnis: $|duC(t)|/dt|_1 > (uC|_3 - uC|_5)/1000$

D.1 Was ist die Hauptfehlerquelle beim Messen von $C_1(9\text{ V})$? Schreibe die Messschritte in die Tabellen. 1.0pt

D.2 Was ist die Hauptfehlerquelle beim Messen von $C_2(9\text{ V})$? Schreibe die Messschritte in die Tabellen. 1.0pt