

Name:

Datum:

Stationenlernen Kondensator E6 - Kapazitätsbestimmung mit Wechselspannung

Geräte:

Sinusgenerator (kröncke SINUS-GENERATOR):

Einstellungen: Anzeige: ‚f/kHz‘; Frequenzbereich: 10^2 Hz ; Funktion: Sinuskurve

Voltmeter: Messbereich 6V ~

Ampèremeter: Messbereich 0,03A ~

Kondensatoren: $C = 0,1\mu\text{F}$, $C = 0,47\mu\text{F}$, $C = 1\mu\text{F}$, $C = 4,7\mu\text{F}$

5 Laborkabel (3 rot, 2 blau)

Theorie:

Beim vollständigen Aufladen eines Kondensators der Kapazität C durch eine Elektrische Quelle mit der Nennspannung U_0 fließt nach der Kondensatorgleichung auf den Kondensator die Ladung $Q = C \cdot U_0$. Genau diese Ladung $Q = C \cdot U_0$ fließt beim vollständigen Entladen des Kondensators von diesem wieder ab. Somit fließt während eines vollständigen Auf- und Entladevorgangs zweimal die Ladung $Q = C \cdot U_0$ durch die Schaltung, insgesamt also die Ladung $2 \cdot Q = 2 \cdot C \cdot U_0$.

Schließt man nun den Kondensator an eine Wechselspannung an, so wird der Kondensator dadurch ständig vollständig auf- und wieder entladen. Hat die Wechselspannung die Frequenz f , so fließt nach den obigen Betrachtungen in der Schaltung f mal pro Sekunde die Ladung $2 \cdot Q = 2 \cdot C \cdot U_0$ und damit ein konstanter Wechselstrom der Stärke $I = 2 \cdot Q \cdot f = 2 \cdot C \cdot U_0 \cdot f$ (*).

Zu beachten ist bei der Benutzung von Wechselspannung jedoch, dass die bei der Auf- und Entladung eines Kondensators relevante ‚Nennspannung‘ U_0 das doppelte der Amplitude der Wechselspannung ist. Im Fall der üblichen sinusförmigen Wechselspannung zeigen genauere Betrachtungen, dass dann die relevante ‚Nennspannung‘ U_0 genau das $2\sqrt{2}$ -fache der mit einem Wechselspannungsmessgerät gemessenen Spannung ist.

Die Gleichung (*) zeigt nun, wie sich die unbekannte Kapazität C eines Kondensators bestimmen lässt: man legt an den Kondensator eine Wechselspannung an und bestimmt die ‚Nennspannung‘ U_0 , die Frequenz f und die sich ergebende Wechselstromstärke I . Die unbekannte Kapazität C ist dann der Proportionalitätsfaktor zwischen der Größe $2 \cdot U_0 \cdot f$ und der Wechselstromstärke I , d.h. $C = \frac{I}{2 \cdot U_0 \cdot f}$.

Damit sind alle theoretischen Grundlagen geschaffen, um die unbekannt Kapazität C durch Messen der Größen U_0 , f und I zu bestimmen.

Arbeitsaufträge:

1. Messung

In der aufgebauten Schaltung befindet sich als Elektrische Quelle ein Sinusgenerator, dessen Ausgangsspannung mit einem üblichen Voltmeter gemessen wird. Die von diesem Voltmeter angezeigte Spannung stimmt allerdings wie oben bereits gesagt nicht mit der für die Kondensatoraufladung relevanten ‚Nennspannung‘ U_0 überein. Genauerer Betrachtungen oder Messungen mit einem Oszilloskop zeigen, dass diese ‚Nennspannung‘ U_0 das $2\sqrt{2}$ -fache der mit dem Voltmeter gemessenen Spannung ist, was bei der späteren Messung berücksichtigt werden muss.

- Mache dich mit der vorbereiteten Schaltung vertraut. Erstelle eine Schaltskizze, aus der auch der Wert der Kapazität ($C = 1\mu\text{F}$) ersichtlich ist.
- Damit die obige theoretische Überlegung angewandt werden darf, muss darauf geachtet werden, dass der Kondensator vollständig auf- und wieder entladen wird. Dies kann dadurch überprüft werden, ob die Stromstärke proportional zur Frequenz ist. Erkläre diesen Sachverhalt. Verändere die Frequenz der Sinusspannung und beobachte, ob sich die Wechselstromstromstärke proportional dazu verändert. Wiederhole dies für verschiedene Kondensatoren und formuliere deine Beobachtungen.
- Stelle die Spannung der Elektrischen Quelle auf einen festen Wert ein, miss diese Spannung, berechne daraus die ‚Nennspannung‘ U_0 und trage den Wert hier ein.

$U_0 =$	V
---------	---

- Miss zum einen die Frequenz f und zum anderen die Stromstärke I . Trage beide Werte in die folgende Tabelle ein. Wiederhole den Versuch mindestens vier mal mit anderen Frequenzen.

	1	2	3	4	5
f in Hz					
I in A					

2. Auswertung:

- Berechne die Werte $2 \cdot U_0 \cdot f$ und trage die Werte in die folgende Zeile ein.

$2 \cdot U_0 \cdot f$ in V/s					
------------------------------	--	--	--	--	--

- Fertige in einem geeigneten Koordinatensystem den $(2 \cdot U_0 \cdot f) - I$ - Graphen an und werte diesen Graphen aus.
- Vergleiche den so experimentell bestimmten Wert für die Kapazität des Kondensators mit dem aufgedruckten Wert und beurteile die Qualität deiner Messung.

Zusatzaufgabe:

Nehme weitere Messreihen für die anderen Kondensatoren auf und werte diese nach dem gleichen Verfahren aus.