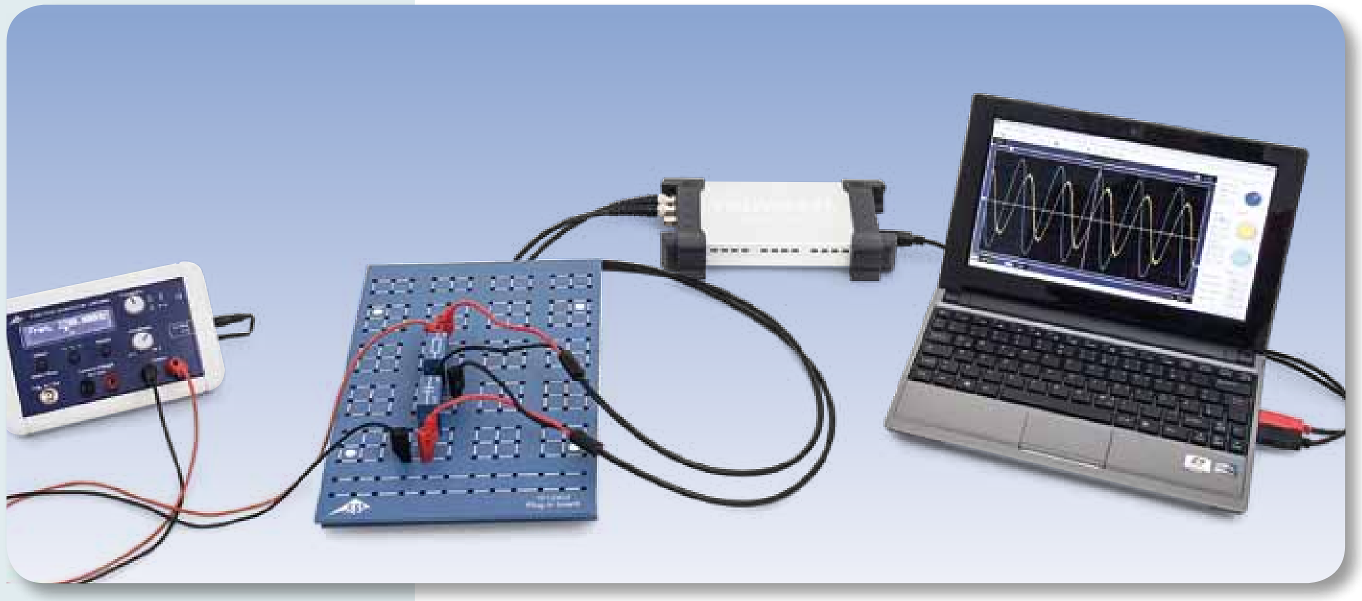
WIDERSTAND EINES KONDENSATORS IM WECHSELSTROMKREIS



AUFGABEN

- Bestimmung von Amplitude und Phase des kapazitiven Widerstandes in Abhängigkeit von der Kapazität.
- Bestimmung von Amplitude und Phase des kapazitiven Widerstandes in Abhängigkeit von der Frequenz.

ZIEL

Bestimmung des kapazitiven Widerstandes in Abhängigkeit von Kapazität und Frequenz

ZUSAMMENFASSUNG

Jede Änderung der Spannung an einem Kondensator ruft einen Strom durch den Kondensator hervor. Wird Wechselspannung angelegt, so fließt Wechselstrom mit einer Phasenverschiebung zur Spannung. Im Experiment liefert ein Funktionsgenerator Wechselspannung mit Frequenzen bis hinauf zu 3 kHz. Ein Zweikanal-Oszilloskop zeichnet Strom und Spannung auf, so dass Amplitude und Phase beider Größen erfasst werden. Der Strom durch den Kondensator entspricht dem Spannungsabfall an einem Messwiderstand, dessen Wert gegenüber dem kapazitiven Widerstand vernachlässigbar ist.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Steckplatte für Bauelemente	1012902
1	Widerstand 1 Ω, 2 W, P2W19	1012903
1	Widerstand 10 Ω, 2 W, P2W19	1012904
3	Kondensator 1 µF, 100 V, P2W19	1012955
1	Kondensator 0,1 µF, 100 V, P2W19	1012953
1	Funktionsgenerator FG 100 (230 V, 50/60 Hz)	1009957 oder
	Funktionsgenerator FG 100 (115 V, 50/60 Hz)	1009956
1	USB-Oszilloskop 2x50 MHz	1017264
2	HF-Kabel, BNC/4-mm-Stecker	1002748
1	Satz 15 Experimentierkabel 1 mm²	1002840

UE3050111

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Jede Änderung der Spannung an einem Kondensator ruft einen Strom durch den Kondensator hervor. Wird Wechselspannung angelegt, so fließt Wechselstrom mit einer Phasenverschiebung zur Spannung. Mathematisch lässt sich dieser Zusammenhang am einfachsten beschreiben, wenn man Strom, Spannung und Widerstand als komplexe Größen verwendet und deren Realteile betrachtet.

Aus der Kondensatorgleichung folgt unmittelbar

(1) $$I = C \cdot \frac{dU}{dt}$$

I: Strom, U: Spannung, C: Kapazität

Das Anlegen einer Spannung

(2) $$U = U_0 \cdot \exp(i \cdot 2\pi \cdot f \cdot t)$$

ruft also den Strom

(3) $$I = i \cdot \omega \cdot C \cdot U_0 \cdot \exp(i \cdot 2\pi \cdot f \cdot t)$$

hervor und man kann der Kapazität C den komplexen Widerstand

(4) $$X_C = \frac{U}{I} = \frac{1}{i \cdot 2\pi \cdot f \cdot C}$$

zuweisen. Messbar ist jeweils der Realteil dieser Größen, also

(5a) $$U = U_0 \cdot \cos\omega t$$

(6a) $$I = 2\pi \cdot f \cdot C \cdot U_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = I_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

(7a) $$X_C = \frac{U_0}{I_0} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

Im Experiment liefert ein Funktionsgenerator Wechselspannung mit Frequenzen bis hinauf zu 3 kHz. Ein Zweikanal-Oszilloskop zeichnet Strom und Spannung auf, so dass Amplitude und Phase beider Größen erfasst werden. Der Strom durch den Kondensator entspricht dem Spannungsabfall an einem Messwiderstand, dessen Wert gegenüber dem kapazitiven Widerstand vernachlässigbar ist.

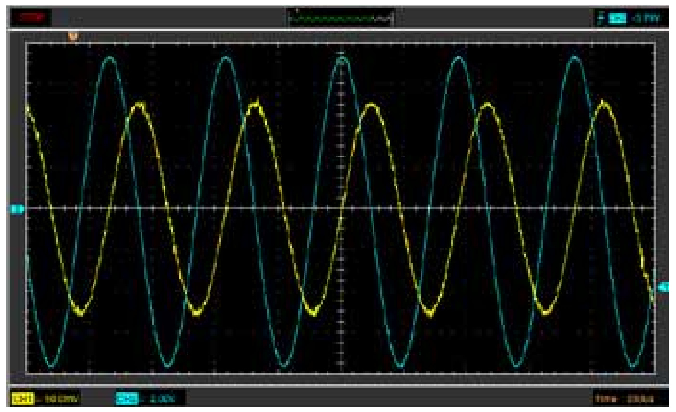


Abb. 1 Kondensator im Wechselstromkreis: Verlauf von Strom und Spannung

AUSWERTUNG

Gemäß Gleichung (4) ist der kapazitive Widerstand X_C proportional zum Kehrwert der Frequenz f und zum Kehrwert der Kapazität C. In den entsprechenden Diagrammen liegen die Messwerte daher im Rahmen der Messgenauigkeit auf einer Ursprungsgeraden.

Der Strom durch den Kondensator eilt der Spannung am Kondensator in der Phase um 90° voraus, da Ladestrom (positives Vorzeichen) und Entladestrom (negatives Vorzeichen) maximal sind, wenn die Spannung ihren Nulldurchgang erreicht.

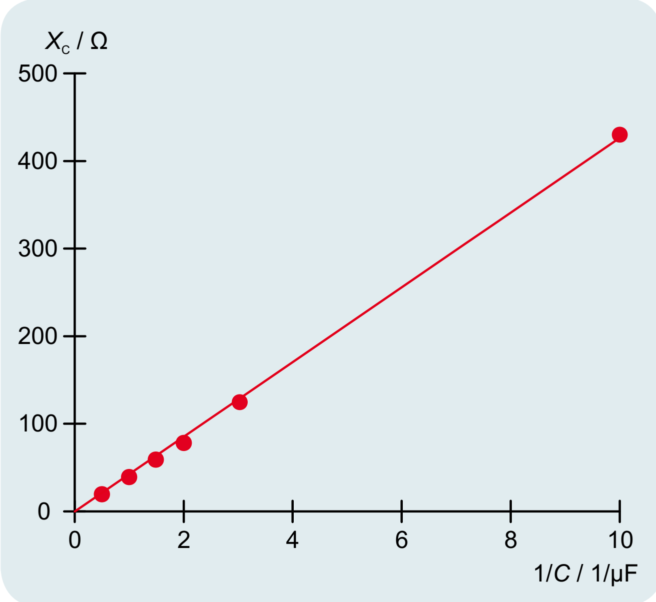


Abb. 2 Kapazitiver Widerstand X_C als Funktion des Kehrwerts der Kapazität C

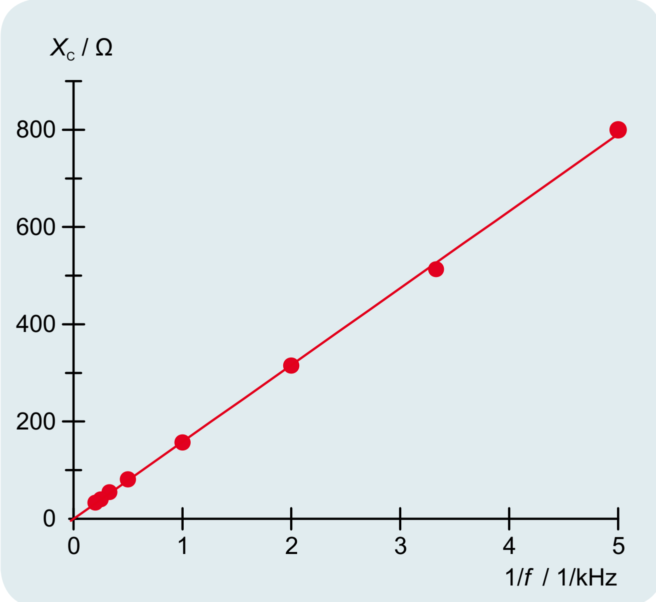


Abb. 3 Kapazitiver Widerstand X_C als Funktion des Kehrwerts der Frequenz f