

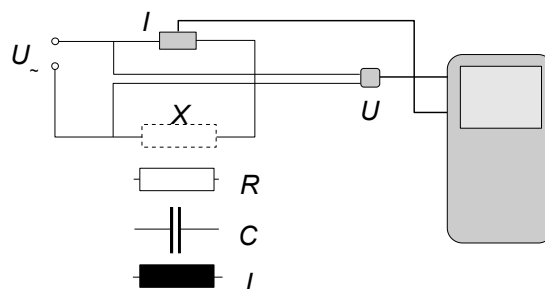
15. Phasenverschiebung an Wechselstromwiderständen

Im Wechselstromkreis können die zeitlichen Verläufe von Stromstärke und Spannung an einem Bauteil gegeneinander verschoben sein. Die zeitliche Phasenverschiebung ist von den verwendeten Bauelementen abhängig. Während bei einem ohmschen Widerstand keine Phasenverschiebung auftritt, eilt bei einem idealen Kondensator die Stromstärke der Spannung um eine Viertelperiode voraus. Bei einer idealen Spule erreicht die Stromstärke hingegen ein Viertel einer Periode später als die Spannung ihr Maximum. Phasenverschiebungen treten demnach immer dann auf, wenn sich induktive oder kapazitive Widerstände in einem Wechselstromkreis befinden.

Um Phasenverschiebungen sehr einfach nachzuweisen, können die beiden Größen mit einem Spannungs- und einem Stromsensor über mehrere Perioden aufgezeichnet und grafisch dargestellt werden. Die Phasenverschiebungen sind dann sofort ersichtlich und lassen sich direkt aus den Graphen quantitativ bestimmen. Alternativ kann die Stromstärke auch mithilfe des Spannungsabfalls über einem weiteren ohmschen Widerstand gemessen werden. Dann muss aber mindestens eine der beiden Spannungssonden ein Differentialspannungssensor sein, der den Potenzialunterschied unabhängig vom Massepotenzial misst.

Als Spannungsquelle eignen sich herkömmliche Kleinspannungsnetzgeräte, die meist eine Festspannung mit einer Frequenz von 50 Hz liefern, oder Funktionsgeneratoren mit variabler Frequenz der Wechselspannung.

Aufbau:



Kleinspannungsnetzgerät für Wechselspannung 50 Hz oder Funktionsgenerator

ohmscher Widerstand, z. B. 100 Ω

Metallpapierkondensator, z. B. 4,7 μF oder mehr (kein Elektrolytkondensator!)

große Induktivität (z. B. 2 Spulen zu je 1000 Windungen auf geschlossenem Eisenkern)

Spannungssensor (Eingang 1)

Stromsensor (Eingang 2)

Durchführung:

Einstellungen:

Messrate: 4000 Messungen pro Sekunde

Messdauer: 0,05 s

Durchführung:

Zunächst den ohmschen Widerstand einbauen, dann den Kondensator und zuletzt die Induktivität.

Mit einer Wechselspannung von etwa 6 V die Messung durchführen.

Man erhält Darstellungen wie in Bild 15.1 bis 15.3.

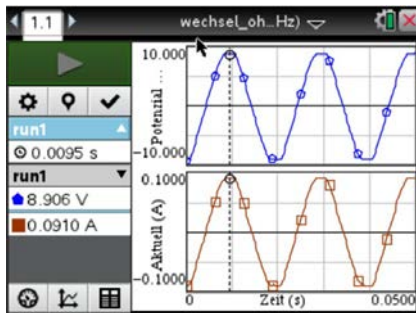


Bild 15.1

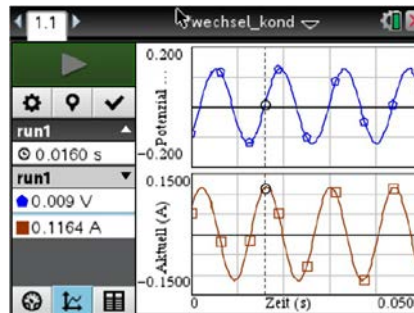


Bild 15.2

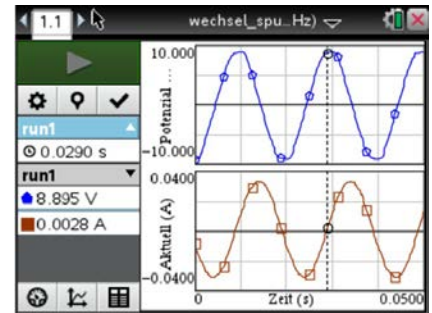


Bild 15.3

Auswertung:

Bei einem ohmschen Widerstand sind Strom und Spannung gleichphasig (Bild 15.1). Bei einem Kondensator (im Beispiel ist $C = 20 \mu\text{F}$) eilt die Stromstärke der Spannung um $\pi/2$ voraus (Bild 15.2), und bei einer Induktivität eilt die Spannung der Stromstärke um $\pi/2$ voraus (Bild 15.3). Es ist zu beachten, dass bei einer realen Spule der ohmsche Widerstand des Spulendrahtes nicht immer vernachlässigbar ist. Dies kann zu abweichenden Phasenverschiebungen führen. Verwendet man Spulen mit hoher Induktivität, bleiben die Abweichungen gering.