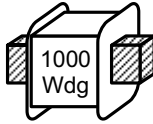


PROBLEM:

Das Verhalten einer Spule mit Eisenkern soll im Gleich- und im Wechselstromkreis untersucht werden.

BAUTEILE UND GERÄTE:

- 1 x Spule 1000Wdg. mit durchgestecktem Eisenjoch
- 1 x Widerstand 1kΩ
- 2 x BNC-Adapter

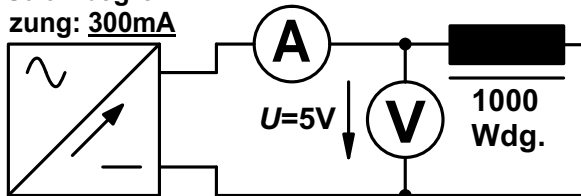


- 1 x Spannungskonstanter mit Strombegrenzung
- 1 x Funktionsgenerator
- 2 x Vielfachmessgerät (analog + digital)
- 1 x Universalsteckbrett

MESSSCHALTUNGEN:

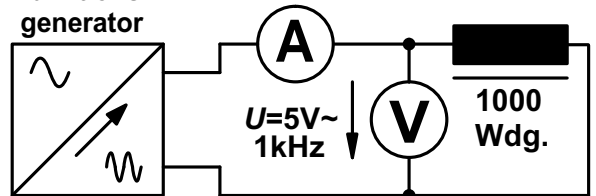
Spule an Gleichspannung

Strombegrenzung: 300mA



Spule an Wechselspannung

Funktionsgenerator



MESSWERTE UND AUSWERTUNG:

einstellen und nachmessen	U in V	5
messen	I in mA	
Gleichstromwiderstand R (Drahtwiderst.)	$R = \frac{U}{I}$ in Ω	

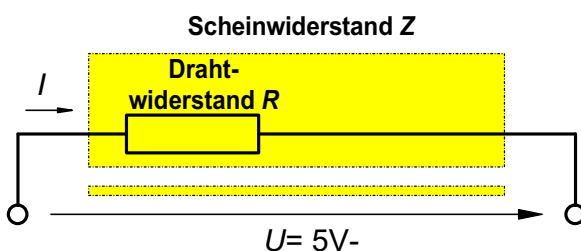
einstellen und nachmessen	U_{\sim} in V	5
messen	I_{\sim} in mA	
Wechselstromwiderstand Z	$Z = \frac{U}{I}$ in Ω	

Der Wechselstromwiderstand Z der Spule ist als ihr Gleichstromwiderstand.

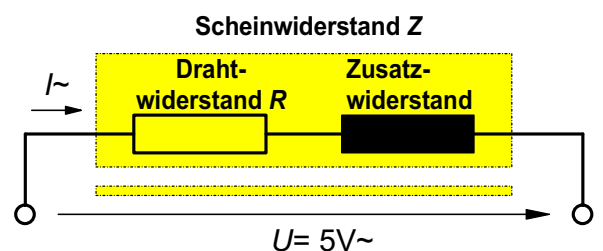
Dies bedeutet, daß im Wechselstromkreis ein *Zusatzwiderstand* wirksam wird.

Der Wechselstromwiderstand (oder Scheinwiderstand Z) der Spule besteht also aus zwei Bestandteilen, nämlich dem und einem

Es können folgende Ersatzschaltbilder gezeichnet werden :



Die Gleichspannung liegt nur am



Die Wechselspannung verteilt sich auf und

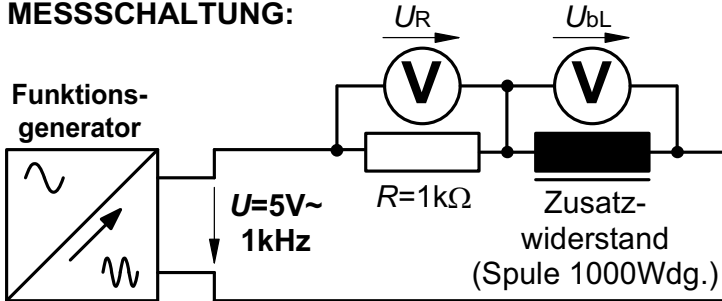
PROBLEM:

Bestimmung des *Zusatzwiderstandswertes* der Spule an Wechselspannung.

1. Messen der Spannungen U_R und U_{bL} mit dem Voltmeter :

Wird ein Widerstand mit großem Wert (z.B. $1k\Omega$) in Reihe mit der Spule geschaltet, kann ihr Drahtwiderstand vernachlässigt werden.
Die gesamte Spule ($1000Wdg.$) wird als *Zusatzwiderstand* betrachtet.

MESSSCHALTUNG:



MESSWERTE:

$U_R = \dots\dots\dots U_{bL} = \dots\dots\dots$

Arithmetische Addition:

$U_R + U_{bL} \stackrel{?}{=} \underline{\hspace{2cm}}$

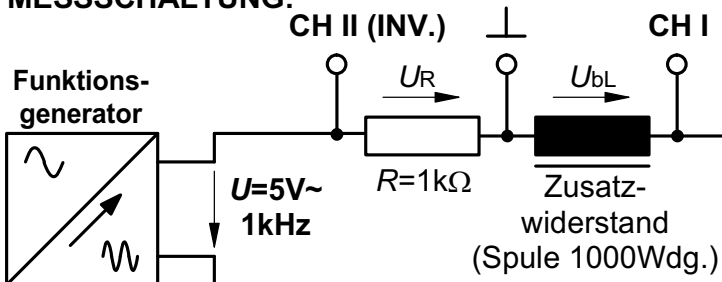
AUSWERTUNG:

Bitte kreuzen Sie an:

- a) Die Summe der beiden Teilspannungen ist gegenüber der Betriebsspannung von $5V\sim$
 kleiner, gleich, größer.
 b) Die bisherigen Gesetze der Reihenschaltung von Widerständen gelten, gelten nicht.

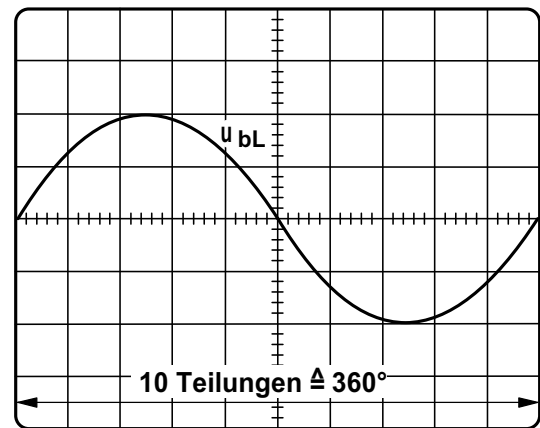
2. Darstellung der Spannungen U_R und U_{bL} mit dem Oszilloskop :

MESSSCHALTUNG:



BILDSCHIRMDARSTELLUNG:

Zeichnen Sie die Wechselspannung U_R maßstäblich in das Diagramm.



MESSWERTE:

Ermittlung des Phasenverschiebungswinkels \sphericalangle zwischen U_R und U_{bL} :

Der Abstand der beiden Sinuskurven heißt Phasenverschiebung.
Die Phasenverschiebung beträgt Teilungen.

$\frac{\sphericalangle^\circ}{360^\circ} = \frac{\sphericalangle \text{ [Teilungen]}}{10 \text{ [Teilungen]}}$ $\sphericalangle = 360^\circ \cdot \frac{\sphericalangle \text{ [Teilungen]}}{10 \text{ [Teilungen]}}$

$\sphericalangle = 360^\circ \cdot \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}}^\circ$

CH I	Vertikaleinstellung	Horizontaleinstellung
 2 V/DIV 0,1 ms/DIV
CH II	Vertikaleinstellung	Triggerung:
	INV. 2 V/DIV	TRIG. I, DUAL

Oszilloskopierte Scheitelspannungen:

$\hat{U}_R = \dots\dots\dots \hat{U}_{bL} = \dots\dots\dots$

Effektivwertberechnung:

$U_R = \frac{\hat{U}_R}{\sqrt{2}}$ $U_{bL} = \frac{\hat{U}_{bL}}{\sqrt{2}}$

$U_R = \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}}$ $U_{bL} = \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}}$
 $= \underline{\hspace{1cm}}$ $= \underline{\hspace{1cm}}$

AUSWERTUNG: Bitte kreuzen Sie an:

- a) Hätte die Spule keinen Drahtwiderstand, wäre der Phasenwinkel \sphericalangle $< 90^\circ$, $= 90^\circ$, $> 90^\circ$.
 b) Die Spannungspfeile U_R und U_{bL} stehen deshalb senkrecht aufeinander, hintereinander.

Graphische Darstellung von U_R und U_{bL} (Geometrische Addition):

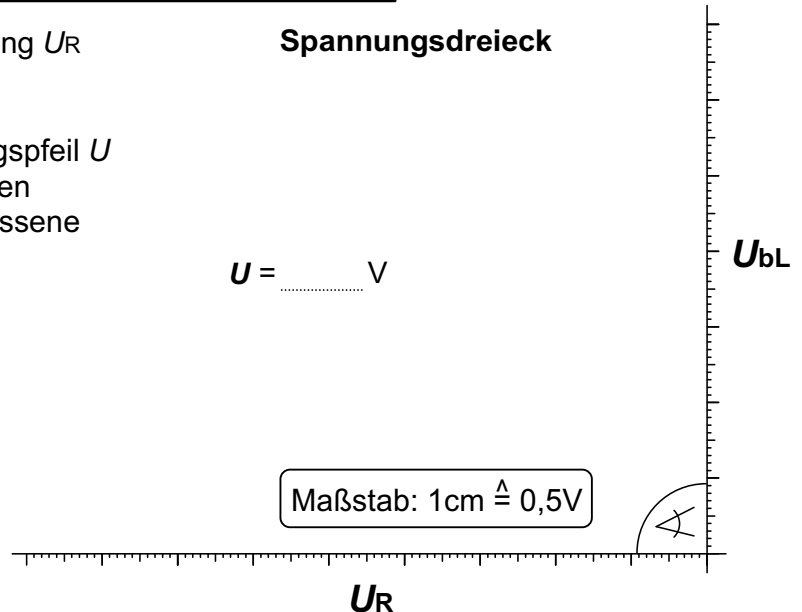
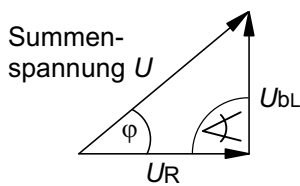
1. Tragen Sie im Diagramm die Spannung U_R und U_{bL} ab. (siehe Beispiel)

Spannungsdreieck

2. Zeichnen Sie den Summenspannungspfeil U ein, messen Sie mit dem Lineal dessen Länge nach und geben Sie die gemessene Länge als Spannungswert an.

$U = \dots\dots\dots$ V

Beispiel eines Spannungsdreiecks :



AUSWERTUNG:

Bitte kreuzen Sie an:

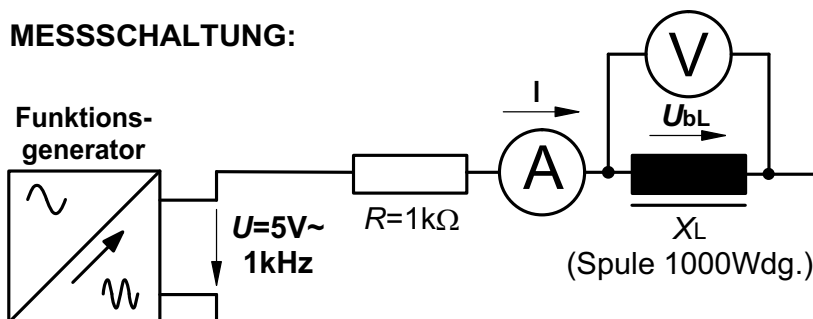
- a) Die Betriebsspannung von 5V~ stimmt mit der ermittelten Summenspannung U in etwa überein, nicht überein.
- b) Die Summenspannung U ist das Ergebnis einer arithmetischen, geometrischen Addition.

Bestimmung des Zusatzwiderstandes :

Der Zusatzwiderstand der Spule wird **induktiver Blindwiderstand X_L** genannt.

Berechnung des induktiven Blindwiderstandes mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes :

MESSSCHALTUNG:



MESSWERTE:

$I = \dots\dots\dots$

$U_{bL} = \dots\dots\dots$

AUSWERTUNG:

$X_L = \frac{U_{bL}}{I}$

$X_L = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

(Das Ergebnis vernachlässigt den Drahtwiderstand R der Spule.)

ZUSAMMENFASSUNG:

Bitte kreuzen Sie die richtigen Lösungen an:

1. Der Scheinwiderstand Z (oder Wechselstromwiderstand) der Spule besteht aus den folgend aufgeführten zwei Bestandteilen:

- (A) Drahtwiderstand und Scheinwiderstand (D) Drahtwiderstand und induktiver Blindwiderstand
- (B) Zusatzwiderstand und Scheinwiderstand (E) Drahtwiderstand und Gleichstromwiderstand
- (C) Zusatzwiderstand und induktiver Blindwiderstand

2. Wird der Drahtwiderstand R der Spule vernachlässigt, so wird von einer idealen Spule gesprochen. Welche Antwort trifft zu ?

- (A) $R = 0 \Omega$, $Z = R$, $\varphi = 90^\circ$ (D) $R = 0 \Omega$, $Z = X_L$, $\varphi < 90^\circ$
- (B) $R = \infty \Omega$, $Z = R$, $\varphi = 90^\circ$ (E) $R = 0 \Omega$, $Z = X_L$, $\varphi = 90^\circ$
- (C) $R = \infty \Omega$, $Z = X_L$, $\varphi = 90^\circ$

3. Ein ohmscher Widerstand und eine ideale Spule werden in Reihe an eine Wechselspannungsquelle geschaltet. Welche Antwort trifft zu ?

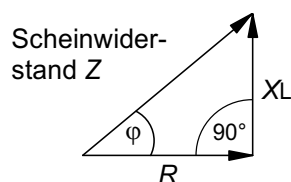
- (A) Die Betriebsspannung U ist die arithmetische Summe der Teilspannungen U_R und U_{bL} . (C) Die Betriebsspannung U ist die Differenz der Teilspannungen U_R und U_{bL} .
- (B) Die Betriebsspannung U ist die geometrische Summe der Teilspannungen U_R und U_{bL} .

4. Berechnung des induktiven Blindwiderstandes X_L ohne Vernachlässigung des Drahtwiderstandes R .

Da die Spannungen U_R und U_{bL} senkrecht aufeinander stehen, kann ein rechtwinkliges Spannungsdreieck aufgezeichnet werden. Ebenso kann ein zugehöriges Widerstandsdreieck konstruiert werden, weil sich die Widerstände wie die Spannungen verhalten.

Das Widerstandsdreieck wird mit Hilfe des Satzes des Pythagoras berechnet.

Gegeben: Beispiel eines Widerstandsdreiecks : Übertragen Sie hier ihre Berechnungen des Gleich- und Wechselstromwiderstandes von Seite 1:



$R =$

$Z =$

Gesucht: Induktiver Blindwiderstand (*Zusatzwiderstand*) X_L

Lösung: $Z^2 = R^2 + X_L^2$ (Satz des Pythagoras)

Stellen Sie die Formel nach X_L um. Berechnen Sie X_L und vergleichen Sie das Ergebnis mit der Auswertung auf Seite 3 unten.