



Aufgabenstellung

1. Bestimmen Sie den Koppelfaktor k des Transformators für Luftspaltbreiten $s = 0$ und $s = 1,4$ mm !
2. Bestimmen Sie die Werte der Selbstinduktion L_1 , L_2 und der Gegeninduktivität M bei konstanter Primärspannung $U_1 = 20$ V und einer Luftspaltbreite $s = 1,4$ mm ! (Primärwindungszahl: $w_1 = 500$, Sekundärwindungszahl: $w_2 = 250$).
3. Berechnen und zeichnen Sie mit den in 1. und 2. gewonnenen Werten die Ortskurve (Heylandkreis) des Transformators bei rein ohmscher Last im Sekundärkreis bei konstanter Primärspannung $U_1 = 20$ V und einer Luftspaltbreite $s = 1,4$ mm.
4. Bestimmen Sie die Ortskurve des Transformators (Heylandkreis) bei rein ohmscher Last im Sekundärkreis durch Messung (Primärspannung $U_1 = 20$ V; Luftspaltbreite $s = 1,4$ mm) !

Hinweise zur Versuchsdurchführung

1. Messen Sie die Sekundärspannung U_2 als Funktion der Primärspannung U_1 im Leerlauf bei den Luftspaltbreiten $s = 0$ und $s = 1,4$ mm. Stellen Sie $U_2 = f(U_1)$ grafisch dar und bestimmen Sie daraus jeweils die Koppelfaktoren k sowie deren Messunsicherheiten (Primärseite: $w_1 = 500$, Sekundärseite: $w_2 = 250$, $0 \leq U_1 \leq 40$ V).

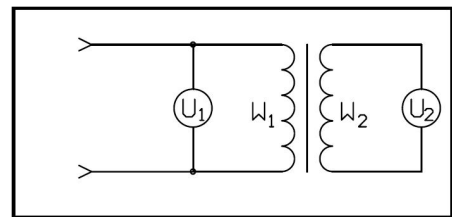


Abb. 1: Messschaltung zur Bestimmung der Koppelfaktoren.

2. Bei dem angegebenen Wert für die Primärspannung $U_1 = 20$ V und dem Luftspalt $s = 1,4$ mm messen Sie $I_{1,Leer}$, $U_{1,Leer}$, $U_{2,Leer}$, $I_{1,Kurz}$ und $I_{2,Kurz}$ und berechnen damit L_1 , L_2 und M sowie deren Messunsicherheiten (Primärwindungszahl: $w_1 = 500$, Sekundärwindungszahl: $w_2 = 250$). Es gilt:

$$L_1 = \frac{U_{1,Leer}}{\omega \cdot I_{1,Leer}}$$
$$L_2 = \frac{I_{1,Kurz} \cdot U_{2,Leer}}{\omega \cdot I_{2,Kurz} \cdot I_{1,Leer}}$$
$$M = \frac{U_{2,Leer}}{\omega \cdot I_{1,Leer}}$$

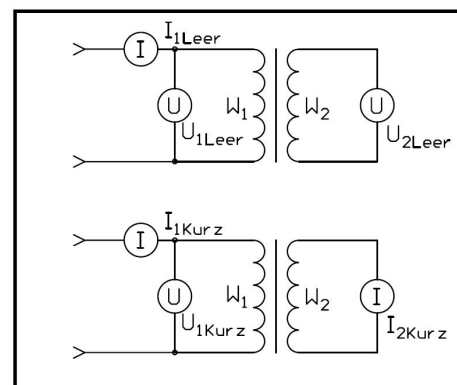


Abb. 2: Messschaltung zur Bestimmung der Selbstinduktion und Gegeninduktivität.

3. Für die Berechnung der Ortskurve (Heylandkreis) bei $U_1 = 20\text{ V}$ nutzen Sie die Berechnungsgrundlage aus Ihrer Vorbereitung.

$$I_1 = \frac{U_1}{\omega \cdot L_1} \sqrt{\frac{R^2 + \omega^2 \cdot L_2^2}{R^2 + \omega^2 \cdot L_2^2 \cdot \sigma^2}} \quad \text{mit} \quad \sigma = 1 - k^2 \quad \text{und} \quad \varphi = \arctan\left(\frac{R^2 + \omega^2 \cdot L_2^2 \cdot \sigma}{\omega L_2 R(1 - \sigma)}\right)$$

4. Messen Sie mit der angegebenen Schaltung **bei konstanter Primärspannung** $U_1 = 20\text{ V}$ den Primärstrom (I_1) des Transformators und die Phasenverschiebung (φ) zwischen Primärstrom und Primärspannung bei veränderlicher rein ohmscher Last (R) im Sekundärkreis des Transformators (Windungszahlen entspr. Aufgabe 2). Die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung messen Sie mit Hilfe eines Zweistrahl-Oszilloskops. Tragen Sie die erhaltenen Werte in die in Aufgabe 3 erstellte Grafik des Heylandkreises ein und diskutieren Sie die Abweichungen!

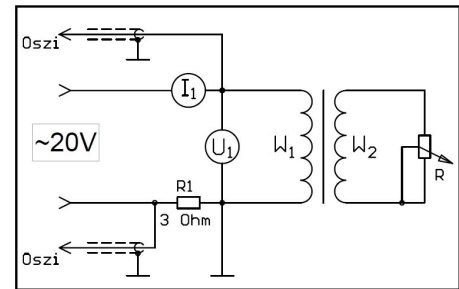


Abb. 3: Messschaltung zur Bestimmung der Ortskurve des Transformators.

Genauigkeitsgrenzen der eingesetzten Messgeräte

Digitalmultimeter VC 220

Funktion	Bereich	Genauigkeit	Auflösung
Wechselspannung	2 V	+/- 0,8% + 1 Dig.	1 mV
	20 V		10 mV
	200 V		100 mV
	750 V	+/- 1,0% + 1 Dig.	1 V
Wechselstrom	200 µA	+/- 1,0% + 3 Dig.	0,1 µA
	2 mA		1 µA
	20 mA		10 µA
	200 mA		100 µA
	20 A	+/- 2,0% + 3 Dig.	10 mA

Digitalmultimeter DT-3800

Funktion	Bereich	Genauigkeit	Auflösung
Wechselspannung	2 V	+/- 0,8% + 3 Dig.	1 mV
	20 V		10 mV
	200 V		100 mV
	700 V	+/- 1,2% + 3 Dig.	1 V
Wechselstrom	20 µA	+/- 3,0% + 3 Dig.	0,1 µA
	200 µA	+/- 1,0% + 1 Dig.	0,1 µA
	2 mA		1 µA
	20 mA		10 µA
	200 mA	+/- 1,2% + 1 Dig.	100 µA
	2 A	+/- 3,0% + 3 Dig.	1 mA
	20 A		10 mA

Digitalmultimeter PeakTech 2015

Beachten Sie den maximalen Strom von 500mA zwischen den Buchsen „COM“ u. „mA“! Bei Strömen >400mA verwenden Sie unbedingt die 20A-Messbuchse !

Funktion	Bereich	Genauigkeit	Auflösung
Wechselspannung	4 V	+/- 0,8% + 6 Dig.	1 mV
	40 V		10 mV
	400 V		100 mV
	750 V	+/- 1,0% + 8 Dig.	1 V
Wechselstrom	400 µA	+/- 1,5% + 5 Dig.	0,1 µA
	4 mA		1 µA
	40 mA		10 µA
	400 mA		100 µA
	20 A	+/- 2,0% + 5 Dig.	MW<10A: 1 mA MW>10A: 10mA