 <p>Fachhochschule Jena University of Applied Sciences Jena</p>	Fachbereich Elektrotechnik Laborpraktikum Grundlagen der Elektrotechnik	Versuch 9
Transformator		
Seminargruppe: Praktikumsgruppe: Teilnehmer:	Datum: Testat: Unterschrift	

Literatur

- [1] Führer, A. u. a.:
 Grundlagen der Elektrotechnik, Bd. 2
 München: Hanser Verlag 1990

Wesentliche Begriffe

Aufbau des Transformators, Spannungen und Ströme am Transformator, Übersetzungsverhältnis, Ersatzschaltbild, vereinfachtes Ersatzschaltbild, Ersatzschaltbild bei Leerlauf, Ersatzschaltbild bei Kurzschluss, Kupferverlustwiderstand, Eisenverlustwiderstand, Hauptinduktivität, Streuinduktivität, Hauptfeldspannung, Leerlaufstrom, Kappsches Dreieck, Transformatorgleichung,

1 Versuchsvorbereitung

1.1 Leerlaufversuch

- 1.1.1 Skizzieren Sie das Ersatzschaltbild eines Transformators bei Leerlauf!
 Tragen Sie die Größen ein und geben Sie die Definitionen und Berechnungsgleichungen der Ersatzkomponenten an!
- 1.1.2 Skizzieren Sie das Zeigerdiagramm der Ströme!
 Entwickeln Sie die Gleichungen zur Berechnung der Teilströme unter Verwendung des Leerlaufstromes I_0 !
- 1.1.3 Geben Sie die Gleichungen für die Verlustleistungen bei Leerlauf an!
 An welchen Ersatzkomponenten treten Scheinleistung, Wirkleistung und Blindleistung auf?
 Skizzieren Sie das Zeigerdiagramm der Leistungen!
 Worin besteht der Unterschied zum Zeigerdiagrammen der Ströme?

1.2 Kurzschlussversuch

- 1.2.1 Berechnen Sie den Primärstrom I_1 (Nennstrom) bei Nennbetrieb mit $U_1 = 96V$ und einer Leistung von 12VA.
- 1.2.2 Skizzieren Sie das Ersatzschaltbild eines Transformators bei Kurzschluss!
 Tragen Sie die Größen ein und geben Sie die Definitionen und Berechnungsgleichungen der auftretenden Widerstände an!
- 1.2.3 Skizzieren Sie das Zeigerdiagramm der Spannungen!
 Entwickeln Sie die Gleichungen zur Berechnung der Teilspannungen unter Verwendung der Kurzschlussspannung U_K !

- 1.2.4 Die errechneten Werte R und X_{σ} setzen sich aus den Anteilen der Primärwicklung und den auf die Primärseite transformierten Anteilen der Sekundärwiderstände zusammen!
Stellen Sie die Gleichungen zur Berechnung von R_1 , R_2' , $X_{\sigma 1}$ und $X_{\sigma 2}'$ auf!
- 1.2.5 Zeichnen Sie das vollständige Ersatzschaltbild des Transformators!

1.3 Belastungsversuch

- 1.3.1 Weisen Sie für die Funktion $P = f\left(\frac{R_a}{R_i}\right)$ die Gültigkeit von $P = P_{\max}\left(\frac{R_a}{R_i} = 1\right)$ für DC nach!
- 1.3.2 Welche Werte nehmen Strom und Spannung unter der Bedingung $\frac{R_a}{R_i} = 1$ an!
Begründen Sie Ihre Aussagen mathematisch!
- 1.3.3 Wie kann das Verhalten des Sekundärkreises charakterisiert werden?
Skizzieren Sie ein geeignetes Ersatzschaltbild!
- 1.3.4 Geben Sie die Definitionen von Leistungsanpassung und Wirkungsgrad an!
Wie groß ist der Wirkungsgrad bei Leistungsanpassung?
- 1.3.5 Skizzieren Sie das vereinfachte Ersatzschaltbild des Transformators für den Belastungsfall und geben Sie die Bedingung für die Vereinfachung an!
(Alle Sekundärkomponenten sind auf die Primärseite zu transformieren!)
- 1.3.6 Skizzieren Sie das zugehörige Zeigerdiagramm für ohmsche Last!

2 Durchführung

2.1 Leerlaufversuch

Bauen Sie die Schaltung nach Bild 1 mit $U_1 = 12V$ auf!

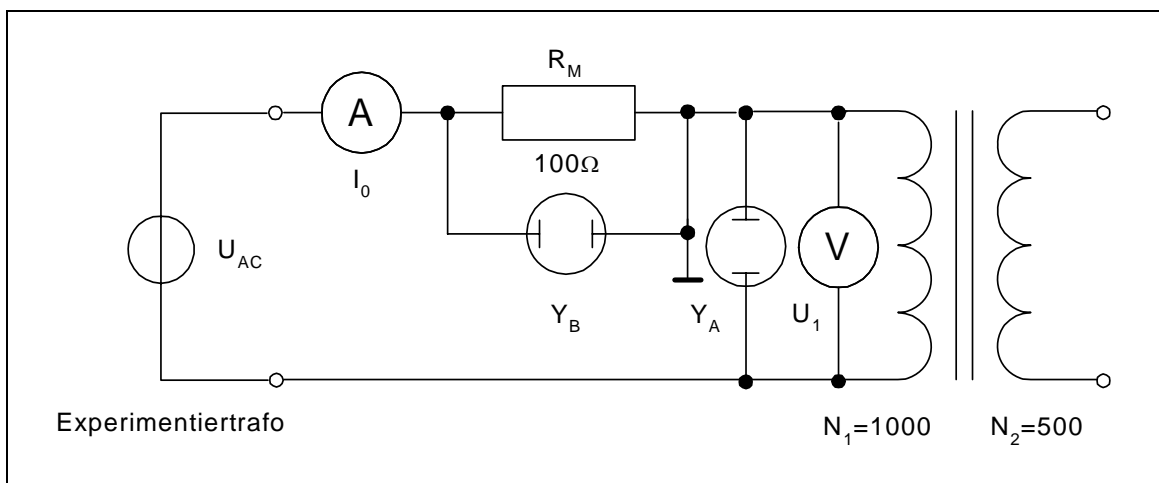


Bild 1

Messen Sie Spannung, Strom (Leerlaufstrom) und Phasenwinkel im Primärkreis!
Vervollständigen Sie Tabelle 1!

I_0 / A	U_1 / V	$\varphi / ^\circ$

Tabelle 1

2.2 Kurzschlussversuch

- 2.2.1 Realisieren Sie die Schaltung nach Bild 1 und schließen Sie die Sekundärwicklung kurz! Stellen Sie den in der Vorbereitung berechneten Nennstrom (Primärstrom) ein und messen Sie die Kurzschlussspannung U_K und den Phasenwinkel φ . Tragen Sie die Werte in Tabelle 2 ein!

$I_{\text{Nenn}} / \text{A}$	U_K / V	$\varphi / ^\circ$

Tabelle 2

- 2.2.2 Messen Sie die Widerstände R_1 und R_2 (Primär- und Sekundärwicklung) mit dem Multimeter! Tragen Sie die Werte in Tabelle 5 ein!

2.3 Belastungsversuch

- 2.3.1 Bauen Sie die Schaltung nach

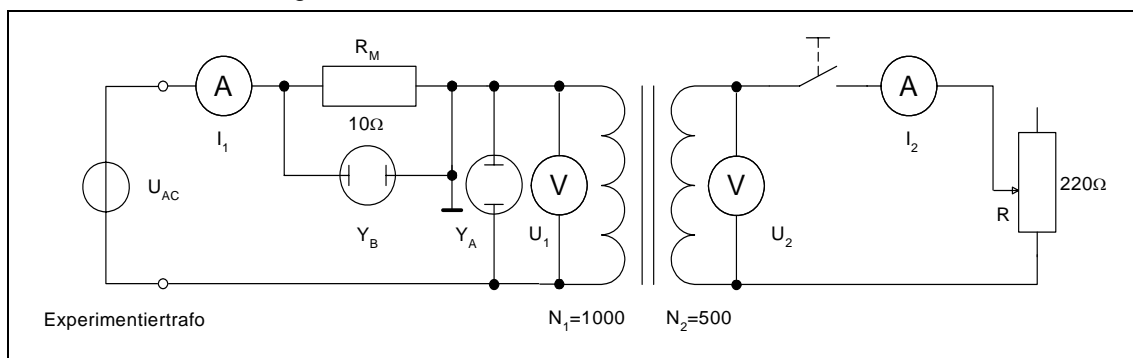


Bild 2

Bild 2 auf!

- 2.3.2 Messen Sie für die in Tabelle 6 angegebenen Werte von I_2 die Größen I_1 , U_2 sowie φ_1 und tragen Sie die Messwerte in die Tabelle ein! Realisieren Sie eine konstante Eingangsspannung des Trafo von $U_e = 22\text{V}$!

Hinweis!

Zur Messung von Strom und Spannung im Sekundärkreis ist der Schließer zu betätigen und nach dem Ablesen der Werte zur Vermeidung von Überlast am Lastwiderstandes zu öffnen!

3 Auswertung

3.1 Leerlaufversuch

- 3.1.1 Stellen Sie das Zeigerdiagramm der Ströme dar und bestimmen Sie die Ströme I_{Fe} und I_μ graphisch! Bestätigen Sie das Ergebnis mathematisch!
- 3.1.2 Berechnen Sie aus den gemessenen Werten die Widerstände R_{Fe} , X_L und die Leerlaufinduktivität des Transformators! Berechnen Sie Wirkleistung, Blindleistung und Scheinleistung am leerlaufenden Transformator! Stellen Sie die Berechnungen übersichtlich dar und vervollständigen Sie Tabelle 3!

graphisch		mathematisch							
I_{Fe}	I_μ	I_{Fe}	I_μ	R_{Fe}	X_L	L	P	Q	S

Tabelle 3

3.2 Kurzschlussversuch

3.2.1 Konstruieren/Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm der Spannungen U_R , U_σ und U_K und bezeichnen Sie die entstehende typische geometrische Figur!

3.2.2 Ermitteln Sie die Teilspannungen graphisch und rechnerisch und vervollständigen Sie Tabelle 4!

graphisch		mathematisch	
U_R / V	U_σ / V	U_R / V	U_σ / V

Tabelle 4

3.2.3 Berechnen Sie die Verlustwiderstände R und X_σ und daraus die Werte für R_1 , R_2' , $X_{\sigma 1}$ und $X_{\sigma 2}'$ unter der Bedingung $R_1 = R_2'$ und $X_{\sigma 1} = X_{\sigma 2}'$!

3.2.4 Berechnen Sie die Streuinduktivität L_σ !

Stellen Sie die Berechnungen übersichtlich dar und vervollständigen Sie Tabelle 5!

berechnet						
R / Ω	R_1 / Ω	R_2' / Ω	X_σ / Ω	$X_{\sigma 1} / \Omega$	$X_{\sigma 2}' / \Omega$	L_σ / H
		R_2 / Ω				
gemessen						
		R_1 / Ω	R_2 / Ω			

Tabelle 5

3.3 Belastungsversuch

3.3.1 Berechnen Sie P_1 , P_2 und η und vervollständigen Sie Tabelle 6!

U_1 / V	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	Gleichung
I_2 / mA	0	50	75	100	125	150	200	300	400	I_K		-
I_1 / mA												-
U_2 / V												-
$\varphi / ^\circ$												
P_1 / W												
P_2 / W												
$\eta / \%$												

Tabelle 6

3.3.2 Stellen Sie die folgenden Funktionen in einem Diagramm (A4) mit mehreren Ordinaten dar:
 $U_2 = f(I_2)$, $P_1 = f(I_2)$, $P_2 = f(I_2)$, $\eta = f(I_2)$