

**Versuchsziel:**

Kennenlernen des Transformatorprinzips, Ermittlung der Größen des Ersatzschaltbildes, Vertrautwerden mit dem Betriebsverhalten des Transformators.

**Literaturhinweise**

Führer / Heidemann / Nerreter  
Grundgebiete der Elektrotechnik  
Carl Hanser – Verlag

Möller / Fricke / Frohne / Vaske  
Grundlagen der Elektrotechnik  
Verlag B. G. Teubner, Stuttgart

**Versuchsvorbereitung**

Erläutern Sie:

- 3.1. das Grundprinzip aller Transformatoren. Nennen Sie Einsatzgebiete für Transformatoren.
- 3.2 die Begriffe: Leerlauf, Kurzschluss, Luftspalt, Eisenverluste, Wicklungsverluste (Kupferverluste), Wirkungsgrad und Leistungsgrad.
- 3.3 Das Ersatzschaltbild eines Transformators. Leiten Sie aus den Maschensätzen der Gegeninduktivität das Ersatzschaltbild des Transformators ab. Geben Sie eine allgemeingültige Form an!
- 3.4 Welche Eigenschaften kennzeichnen einen idealen Transformator?
- 3.5 Wie kann man bei einem Transformator die Wicklungsverluste und die Eisenverluste messtechnisch bestimmen? Geben Sie die Verfahren an und Erläutern Sie diese.
- 3.6 Wie wird der Wirkungsgrad eines Transformators bestimmt?

**Versuchsaufgaben und Hinweise zur Versuchsauswertung**

- 4.1 Widerstandsmessung  
Messen Sie mit einer Wheatstone-Brücke die Wicklungswiderstände der Primär- und Sekundärwicklung vor Beginn und nach Beendigung der Messaufgaben. Berechnen Sie die Temperaturdifferenz im Innern der Wicklungen.  $R_w = R_k \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta v)$ ;  $\alpha_{Cu} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

**ACHTUNG:** Diese Messung nur im ausgeschalteten Zustand des Transformators !

#### 4.2 Leerlaufversuch

Nehmen Sie auf und stellen Sie grafisch dar:

$$I_{10} = f(U_1) \text{ und } U_{20} = f(U_1) \text{ für } 0 \leq U_1 \leq 240 \text{ V}$$

Bestimmen Sie das Spannungsübersetzungsverhältnis bei Nennspannung! Messen Sie bei Nennspannung die Leerlaufverluste  $P_0$  und berechnen Sie den Wert des  $\cos\phi_0$ . Diskutieren Sie die Ergebnisse.

#### 4.3 Betrieb bei veränderlicher Spannung

Nehmen Sie auf und stellen Sie grafisch dar:

$I_1 = f(U_1)$ ;  $I_2 = f(U_1)$ ;  $U_2 = f(U_1)$ ;  $P_1 = f(U_1)$  für  $0 \leq U_1 \leq 240 \text{ V}$ , nachdem Sie zuvor  $R_a$  so eingestellt haben, dass bei  $U_1 = 220 \text{ V}$  die Nennleistung (abgegebene Leistung!) des Einphasentransformators laut Typenschild erreicht ist. Berechnen Sie aus den Messwerten die Primär- und Sekundärleistung (Scheinleistung) und tragen Sie die Werte in das Diagramm für  $P_1 = f(U_1)$  ein! Diskutieren Sie die Ergebnisse.

#### 4.4 Belastungsversuch

Nehmen Sie auf und stellen Sie grafisch dar:

$U_2 = f(I_2)$ ;  $I_1 = f(I_2)$ ;  $P_1 = f(I_2)$  für  $U_1 \leq 220 \text{ V}$ , **konstant** und  $I_1 = 0 \dots 1,12 \cdot I_{1N}$ . Berechnen Sie und stellen Sie grafisch dar:  $P_2 = f(I_2)$ ;  $\cos\phi_1 = f(I_2)$ ;  $\eta = f(I_2)$ . Berechnen Sie das Stromübersetzungsverhältnis bei Nennlast! Diskutieren Sie die Ergebnisse.

#### 4.5 Kurzschlussversuch

Messen Sie die Kurzschlussspannung  $u_K$  und die Kurzschlussverluste  $P_K$  des Transformators.

**Achtung:** Beim Kurzschlussversuch darf die Primärseite  $U_1 = U_K$  nur so hoch eingestellt werden, dass in der Primärwicklung der Nennstrom  $I_{1N}$  fließt. Die Spannung ist von 0 V bis  $U_K$  zu steigern.

Berechnen Sie die relative Kurzschlussspannung  $u_K$  und den  $\cos\phi_K$ . Berechnen Sie mit Hilfe der Einzelverluste  $P_0$  und  $P_K$  den Wirkungsgrad  $\eta$  bei Nennbetrieb und vergleichen sie das Ergebnis mit dem unter der Aufgabe 4.4 ermittelten Wert. Diskutieren Sie die Ergebnisse.

#### 4.6 Energiekosten

Berechnen Sie aus der Stellung des Kilowattstundenzählers vor und nach dem Versuch die entstandenen Energiekosten in Euro (1 kWh kostet 15,98ct). Diskutieren Sie die Ergebnisse.

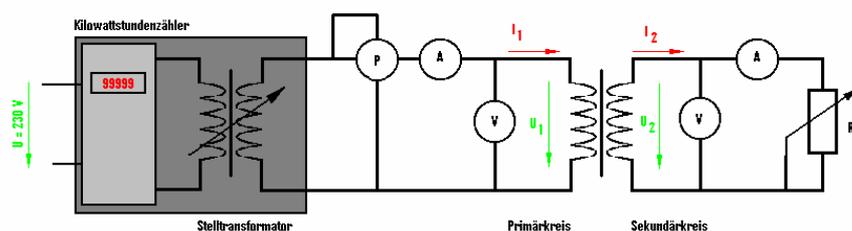


Bild 1: Messschaltung