

Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik

Versuch GET 2.4: Spannung, Strom, Leistung im Drehstromsystem

Standort GET-Laborräume im Helmholtzbau (H2546, H2547, H2548 bzw. H2549)

Inhalt

- 1 Ziel und Inhalt des Versuches
- 2 Vorausgesetztes Wissen
- 3 Literatur
- 4 Vorbereitungsaufgaben
- 5 Geräte und Baugruppen am Versuchsplatz sowie Sicherheitshinweise
- 6 Aufgabenstellungen zur Versuchsdurchführung und Versuchsauswertung

1 Ziel und Inhalt des Versuches

- Messtechnische Untersuchung des Strom-Spannungsverhaltens in unsymmetrisch belasteten Vier- und Dreileiternetzen bei komplexen Verbrauchern in den Strängen; Darstellung der elektrischen Größen mit Hilfe von Zeigerbildern
- Messung von Strom, Spannung, Wirkleistung, Blindleistung an Verbrauchern im Vier- und Dreileiternetz
- Vergleich verschiedener Messmethoden zur Wirkleistungsmessung im Drehstromsystem

2 Vorausgesetztes Wissen

- Grundlagen der Wechselstromtechnik
- Strom-, Spannungs- und Leistungsbeziehungen in Drei- und Vierleiternetzen und dazugehörige Zeigerdiagramme
- Schaltungen zur Messung von Wirk- und Blindleistung im Drehstromsystem

3 Literatur

- Vorlesungs- und Seminarunterlagen „Allgemeine Elektrotechnik 2“
- Lehrbuch Seidel/Wagner: Allgemeine Elektrotechnik: Wechselstromtechnik – Ausgleichsvorgänge – Leitungen, Unicopy Ilmenau 2011, Kapitel 1.7
- Lernprogramm Drehstromsystem (getsoft.net/learnweb/drehstromsystem)

4 Vorbereitungsaufgaben

- 4.1 Wie kann man im Drehstromsystem unter Ausnutzung der Phasenverhältnisse der Leiter- und Strangspannungen mittels Wattmeter die Blindleistung von Verbrauchern messen?
- 4.2 Zeigen Sie, wie bei der Aron-Schaltung die angezeigten Messwerte die Gesamtwirkleistung eines Drehstromverbrauchers ergeben.
- 4.3 Weisen Sie nach, dass die 3-Wattmetermethode auch für Drei-Leiter-Systeme mit in Stern oder Dreieck geschalteten unsymmetrischen Verbrauchern gilt.
- 4.4 Leiten Sie die Formel für die Sternpunktverschiebung $\underline{U}_{N'N}$ für ein unsymmetrisches Dreileiternetz her.
- 4.5 In einem Vierleiternetz mit einer symmetrischen Spannungsquelle $U_{\text{Strang}} = 230 \text{ V}$ sind folgende Leitwerte der Verbraucher gegeben:
 $\underline{Y}_U = (0,2 - j0,04) \text{ S}$, $\underline{Y}_V = (0,15 - j0,02) \text{ S}$, $\underline{Y}_W = (0,1 - j0,01) \text{ S}$
- Berechnen Sie die Strangströme $\underline{I}_1, \underline{I}_2, \underline{I}_3$, und den Neutralleiterstrom \underline{I}_N .
 - Welche Sternpunktverschiebung $\underline{U}_{N'N}$ stellt sich ein, wenn der Neutralleiter unterbrochen wird?
 - Konstruieren Sie das Zeigerbild und ermitteln Sie daraus die Verbraucherspannungen. Überprüfen Sie das Ergebnis durch Rechnung.
- 4.6 Geben Sie die Messschaltungen zu den Aufgaben 6.1 bis 6.4 an.

5 Geräte und Baugruppen am Versuchsplatz sowie Sicherheitshinweise

- 3 Leistungsmesser Typ MAVOWATT 4
1 Schalterbaustein
5 Baugruppen Verbraucher
1 Baugruppe Sternpunkt

Sicherheitshinweise

- Achten Sie auf einen **übersichtlichen Aufbau** der Versuchsanordnung (ggf. Baustein Sternpunkt verwenden) und eine **zweckmäßige Anordnung der Messgeräte**. Bauen Sie zunächst die Schaltung ohne Messgeräte auf und platzieren Sie danach die Messgeräte an die richtige Stelle.
- **Änderungen in der Schaltung** dürfen nur **nach allpoliger Trennung vom Netz** mit Hilfe des Schalterbausteins vorgenommen werden.
- Aufgrund der **Wärmeentwicklung an den Glühlampen** dürfen sich **keine Messleitungen** o.a. auf bzw. **an den Glühlampen** befinden.
- Achten Sie auf die **richtige Wahl der Messbereiche** für Strom und Spannung. Bei der Leistungsmessung zuerst den passenden Messbereich für die Strommessung einstellen, dann den passenden Messbereich für die Spannung. Das Produkt der gewählten Messbereiche entspricht der Leistungsanzeige bei Vollausschlag. Folgend den **Messbereich im Messmodus „Leistung“ nicht umschalten**.
- Beachten Sie bei allen Messungen die korrekte Beschaltung des Wattmeters, siehe Bedienhinweis am Arbeitsplatz.

6 Aufgabenstellung zur Versuchsdurchführung und Versuchsauswertung

6.1 Wirkleistungsmessung im Einphasensystem

- Überprüfen Sie durch Leistungsmessung in einem Einphasennetz die Angaben der Leistungen der nummerierten Glühlampen 1 bis 6 in den drei Baugruppen.

6.2 Drehstromsystem mit unsymmetrischen Verbrauchern (komplexe Last) in Sternschaltung

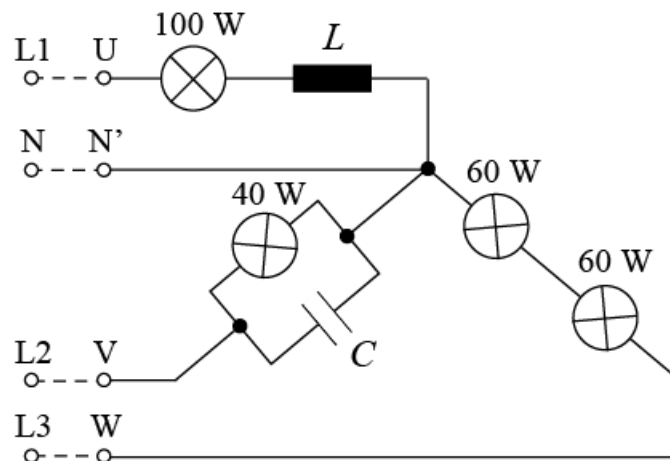


Abbildung 1: Verbraucher (komplexe Last) in Sternschaltung

6.2.1 Messen Sie den Strangstrom I_{Str} , die Strangspannung U_{Str} , die Wirkleistung P_{Str} sowie die Blindleistung Q_{Str} nacheinander für die Verbraucher in den Strängen U, V, W für das Vierleiternetz entsprechend der Schaltung in **Abbildung 1**.

6.2.2 Bestimmen Sie den Neutralleiterstrom (Effektivwert und Nullphasenwinkel) wie folgt:

- Strompfad des Wattmeters in den Neutralleiter legen (Stromrichtung beachten),
- Spannungspfad nacheinander an die drei Strangspannungen legen,
- für jeden Strang jeweils den Strom, die Strangspannung und die Anzeige des Wattmeters notieren (eventuell notwendiges Umpolen der Spannungsmessung vermerken),
- Berechnung des Nullphasenwinkels des Neutralleiterstromes mit folgender Beziehung:

$$\varphi_{\text{LN}} = \arccos\left(\frac{P_v}{U_{\text{LvN}} \cdot I_{\text{N}}}\right) = \varphi_{i_{\text{LvN}}} - \varphi_{i_{\text{N}}} \quad \text{mit } v = 1, 2, 3$$

6.2.3 Überprüfen Sie die Gültigkeit der Leistungsbeziehungen gemäß dem Leistungsdreieck für die einzelnen Verbraucherstränge.

6.2.4 Ermitteln Sie aus den Messwerten die Induktivität der Vorschaltdrossel L und die Kapazität C des Kondensators.

6.2.5 Bestimmen Sie mit den Messwerten aus 6.2.1 die Nullphasenwinkel der Strangströme. Ermitteln Sie den Neutralleiterstrom \underline{I}_{N} (Betrag und Phase) mit den Strangströmen \underline{I}_1 , \underline{I}_2 und \underline{I}_3 sowohl rechnerisch, als auch grafisch. Vergleichen Sie beide Ergebnisse mit der messtechnischen Bestimmung des Neutralleiterstromes aus 6.2.2.

6.3 Drehstromsystem mit unsymmetrischen Verbrauchern (reelle Last) in Sternschaltung

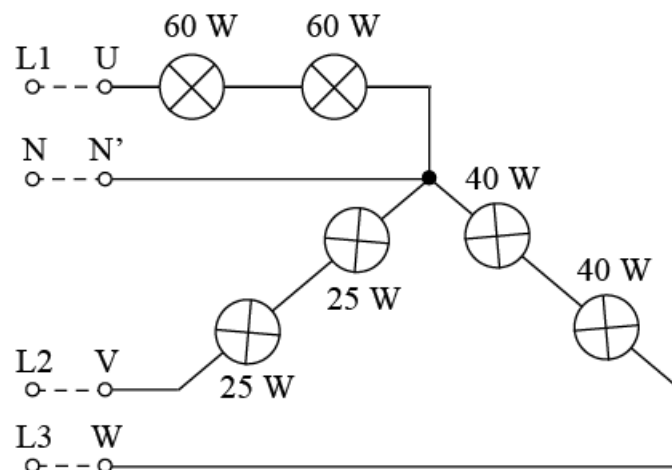


Abbildung 2: Verbraucher (reelle Last) in Sternschaltung

- 6.3.1 Schalten Sie die unsymmetrischen Verbraucher an das Vierleiternetz entsprechend **Abbildung 2**. Messen Sie die Leiterspannungen U_{12} , U_{23} und U_{31} sowie die Strangspannungen U_{L1N} , U_{L2N} und U_{L3N} .
- 6.3.2 Schalten Sie die unsymmetrischen Verbraucher nun an das Dreileiternetz (ohne Anschluss des Neutralleiters). Messen Sie die Verbraucherströme I_U , I_V und I_W , die Verbraucherspannungen U_U , U_V und U_W sowie die Sternpunktverschiebung $U_{NN'}$.
- 6.3.3 Zeichnen Sie das topologische Zeigerdiagramm der Leiter- und Strangspannungen des Netzes (Messung 6.3.1) und tragen Sie in das Diagramm die gemessenen Verbraucherspannungen im Dreileiternetz (ohne Neutralleiter; Messung 6.3.26.2.2) ein. Ermitteln Sie aus dem Diagramm die Sternpunktverschiebung $\underline{U}_{NN'}$ (Betrag und Phase) und vergleichen Sie den Betrag dieser mit dem vorher gemessenen Wert $U_{NN'}$.
- 6.3.4 Berechnen Sie mit den Messwerten aus 6.3.2 die Verbraucherleitwerte Y_U , Y_V und Y_W sowie die Verschiebungsspannung $\underline{U}_{NN'}$ (Betrag und Phase) und vergleichen Sie diese mit dem Ergebnis aus 6.3.3.

6.4 Drehstromsystem mit unsymmetrischen Verbrauchern (reelle Last) in Dreieckschaltung

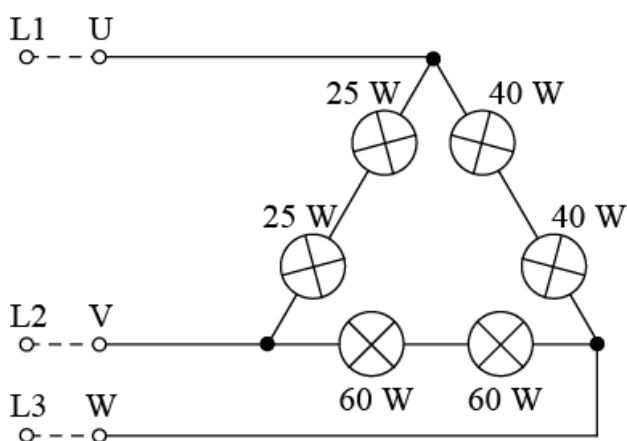


Abbildung 3: Dreieckschaltung

- 6.4.1 Bauen Sie die Verbraucher entsprechend **Abbildung 3** in der Dreieckschaltung auf. Bestimmen Sie Gesamtwirkleistung mit Hilfe der Aron Schaltung.
- 6.4.2 Wiederholen Sie die Messung mit Hilfe der 3-Wattmeter-Methode (künstlichen Sternpunkt beachten). Vergleichen Sie die Ergebnisse.