

Leistungsmessung im Wechsel- und Drehstromnetz

Dipl. Ing. Reingruber Herbert / Mag. Nachtnebel Manfred

Aufgabenstellung

1. Leistungsmessung an einer ohmschen Last im Wechselstromkreis

- Messen Sie die von einer Glühlampe / einem Heizwiderstand (optional) aufgenommenen Strom und Wirkleistung in Abhängigkeit von der angelegten Spannung. Variieren Sie dabei die Spannung von 0 V bis 230 V in Schritten von ca. 20 V und stellen das Ergebnis in einer Kennlinie $P = f(U)$ dar. Legen Sie einen passenden Fit durch die Kennlinie.

Bei den folgenden Punkten sollten Sie nach Inbetriebnahme der Schaltungen eine Weile (ein bis zwei Minuten) abwarten, bis die Heizwiderstände und Glühlampen eine stationäre Temperatur erreicht haben, da die Messwerte vorher nicht stabil sind.

2. Wirkleistungsmessung im Drehstromnetz bei symmetrischer ohmscher Last in Stern- und Dreieckschaltung mittels Aronschaltung

- Stellen Sie zunächst eine Dreieckschaltung mit symmetrischer ohmscher Last – je zwei Glühlampen (unterschiedlicher Leistung) pro Strang in Serie – am Drehstromnetz nach Abb. 1 her und bestimmen Sie die Verbraucherleistung in den einzelnen Strängen aus den gemessenen Strömen und Spannungen und für den gesamten Verbraucher aus den Leistungsmessgeräten in Aronschaltung.
- Bauen Sie weiterhin unter symmetrischer Last eine Sternschaltung nach Abb. 2 auf und messen abermals die Verbraucherleistungen.
- Welche Unterschiede sind für die beiden Verkettungen zu beobachten?
- Bauen Sie danach die Sternschaltung dementsprechend um, dass eine unsymmetrische ohmsche Last in allen Strängen herrscht (z.B. Strang 1: 1 x 60 W, Strang 2: 2 x 75 W, Strang 3: 2 x 60 W + 1 x 75 W). Bestimmen Sie wieder die Gesamtleistung mittels der einzelnen Verbraucherleistungen über ihre Strangströme und –spannungen, bzw. mit Hilfe zweier Leistungsmessgeräte in Aronschaltung. Hierbei sind zwei Messungen aufzunehmen:
 - Im "Normalbetrieb" mit Strommessgerät im Neutralleiter (I_0)
 - Nach simulierten Bruch des Neutralleiters, mit einem Spannungsmessgerät (anstatt dem Strommessgerät) im Neutralleiter (U_0)
- Welchen Unterschied können Sie beim Vergleich der beiden Gesamtleistungen jeder Messung erkennen und worin begründet sich dieser?
 - Zeichnen Sie hierfür auch zwei Zeigerdiagramme: einmal aller Ströme (mit I_0) für den unsymmetrischen Fall mit Strommessgerät im Neutralleiter und einmal mit den aufgenommenen Spannungen (mit U_0) für den unsymmetrischen Fall mit Spannungsmessgerät im Neutralleiter .
 - Vergleichen Sie die beiden gemessenen Werte mit den beiden sich aus der Zeichnung ergebenden Beträgen von I_0 und U_0 .

3. Wirk- und Blindleistungsmessung bei allgemeiner Last im Dreiphasennetz

- Bauen Sie eine Schaltung gemäß Abb. 3 auf und bestimmen Sie die Wirkleistung des Verbrauches aus nachfolgender Tabelle.
- Befinden sich in einem Strang mehrere Bauteile in Serie, so sind alle Spannungsabfälle pro Strang gleichzeitig zu messen, sodass im Endeffekt ein Zeigerdiagramm erstellt werden kann. Gleiches gilt für Ströme bei Parallelschaltung. Bestimmen Sie weiters die Außenleiterströme und den Neutralleiterstrom.
- Verwenden Sie in den Strängen **eine** der folgenden Verbraucherschaltungen ('+' bedeutet, dass die Bauteile in Serie zu schalten sind und '||' zeigt eine Parallelschaltung an):

Strang	Verbraucher	Verbraucher Bonusaufgabe
Z1	Heizwiderstand	Heizwiderstand
Z2	Glühlampe + Kondensator	Heizwiderstand + (Kondensator Induktivität)
Z3	Heizwiderstand + Induktivität	Kondensator + Heizwiderstand

- Vertauschen Sie die Außenleiter L2 und L3 und notieren Sie die eventuell auftretende Veränderung (Was ist der Grund für diese Veränderung?).
- Modifizieren Sie die Schaltung gemäß Abb. 4, sodass die Blindleistung gemessen werden kann. Achten Sie darauf, dass am Leistungsmessgerät induktive Blindleistung mit umgekehrtem Vorzeichen angezeigt wird als kapazitive, also der Stromfluss durch entweder Strom- oder Spannungspfad gegenüber der Darstellung im Schaltbild eventuell umgedreht werden muss. **Achtung: Bei der Blindleistungsmessung liegt eine größere Spannung (Dreiecksspannung!) am Leistungsmessgerät an – es muss also der Spannungsbereich gewechselt werden.**
- Erstellen Sie zu den Messreihen (Standard + mit vertauschten Außenleiter) je ein Zeigerdiagramm für alle Ströme und Spannungen, die in der Schaltung auftreten. Dies kann pro Messreihe entweder getrennt in ein Strom- und ein Spannungsdiagramm erfolgen, oder beides zusammengefasst in ein Diagramm dargestellt werden.
- Errechnen Sie aus den gemessenen Leistungen die am gesamten Verbraucher abfallenden Schein-, Wirk- und Blindleistungen.

4. Rudimentärer Asynchron-Drehstrommotor

- Realisieren Sie mittels drei Spulen samt Eisenkern mit vorgeschalteten Heizwiderständen und einer horizontal gelagerten metallenen Drehscheibe eine rudimentäre Asynchron-Drehstrommaschine in Sternschaltung.
- Diskutieren Sie die prinzipielle Funktionsweise eines Asynchron- Drehstrommotors und den Gegenstand der Drehrichtungsumkehr.

5. Unsicherheitsanalyse, Diskussion der Ergebnisse, Zusammenfassung

Anhang: Schaltungen

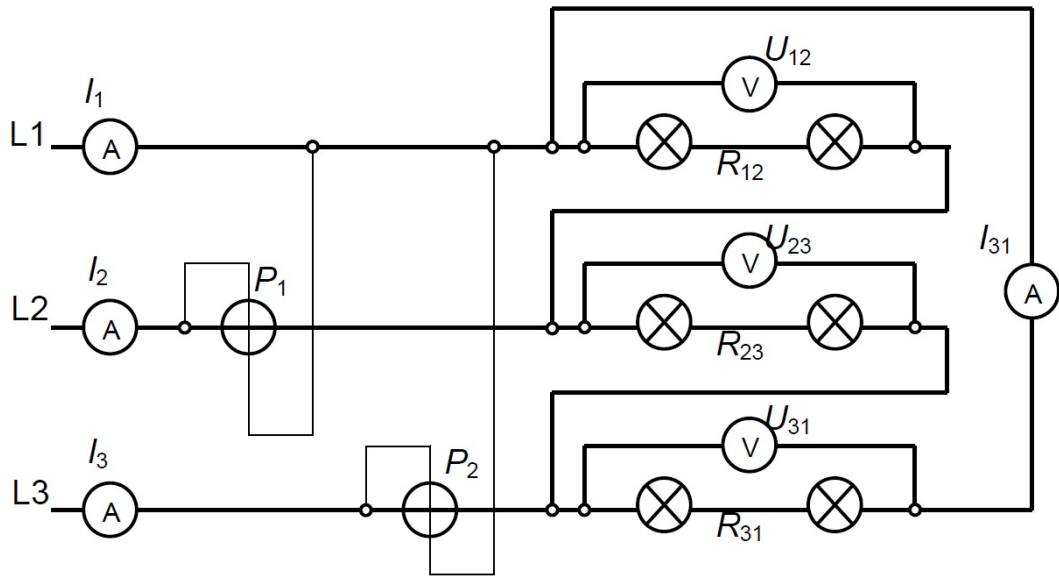


Abbildung 1: Messung der Wirkleistung mittels Aronschaltung an einem symmetrischen Verbraucher in Dreieckschaltung.

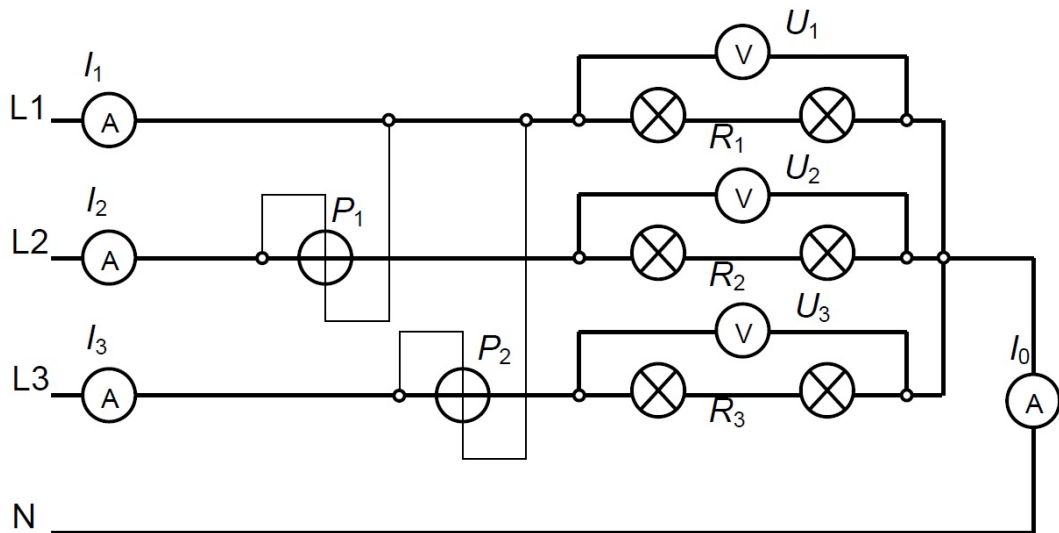


Abbildung 2: Messung der Wirkleistung mittels Aronschaltung an einem symmetrischen Verbraucher in Sternschaltung.

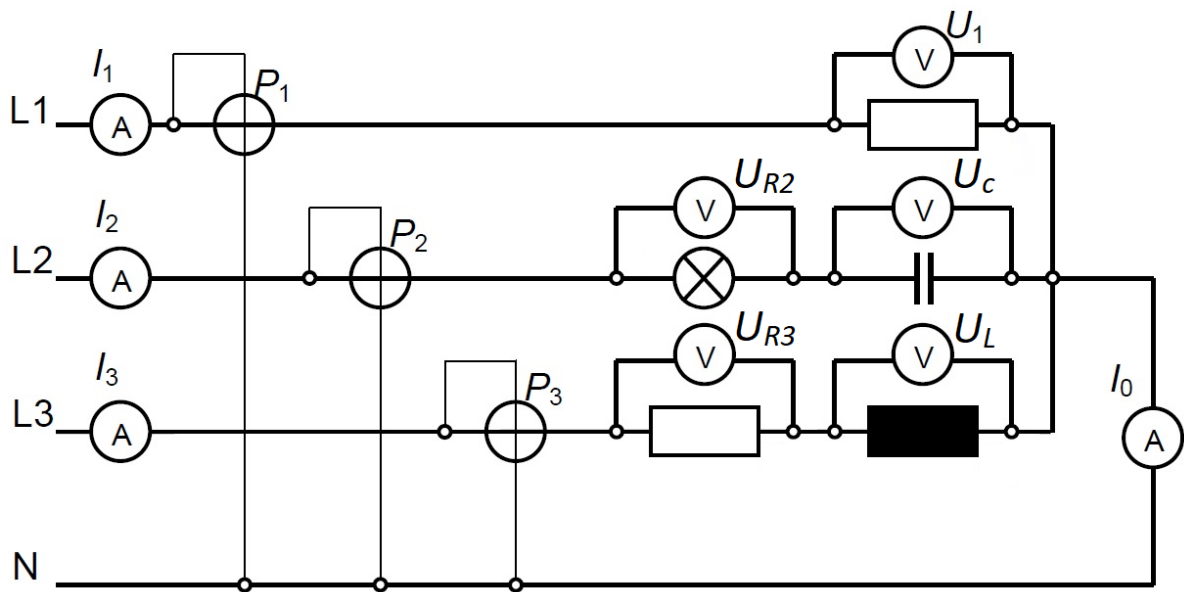


Abbildung 3: Messung der Wirkleistung an einem allgemeinen Verbraucher in Sternschaltung.

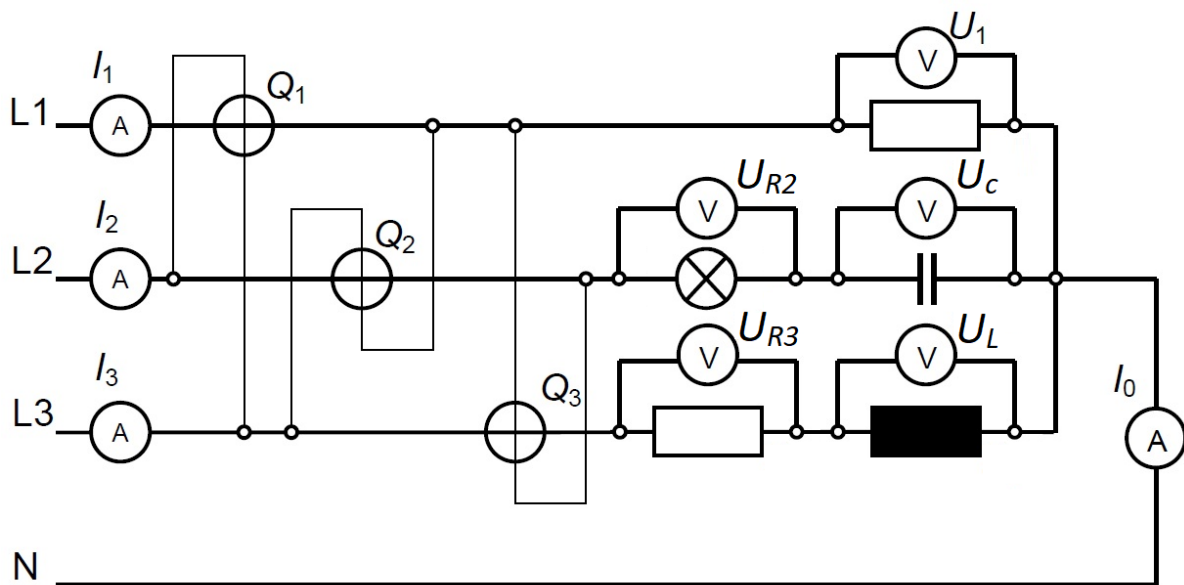


Abbildung 4: Messung der Blindleistung für eine allgemeine Belastung des Drehstromnetzes. Die Schaltung der Leistungsmessgeräte in der dargestellten Form liefert positive Zeigerausschläge bei INDUKTIVER Blindleistung.