

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	2
2	Grundlagen	2
2.1	Solarzelle	2
2.2	Wärmepumpe	3
3	Versuchsanordnung	5
3.1	ohmsche Last in Wechselstromkreis	5
3.2	Symmetrische Last in Dreiecksschaltung	5
3.3	Symmetrische Last in Sternschaltung	6
3.4	Asymmetrische Last in Sternschaltung	7
3.5	Asymmetrische Last in Sternschaltung und simulierten Kabelbruch	7
3.6	Wirkleistungsmessung	8
3.7	Blindleistungsmessung	9
3.8	Bau eines rudimentären Asynchron-Drehstrommotors	10
4	Geräteliste	11
5	Versuchsdurchführung und Messergebnisse	12
5.1	ohmsche Last in Wechselstromkreis	12
5.2	Symmetrische Last in Dreiecksschaltung	12
5.3	Symmetrische Last in Sternschaltung	13
5.4	Asymmetrische Last in Sternschaltung	13
5.5	Asymmetrische Last in Sternschaltung und simulierten Kabelbruch	13
5.6	Wirkleistungsmessung	14
5.7	Blindleistungsmessung	14
5.8	Bau eines rudimentären Asynchron-Drehstrommotors	15
6	Auswertung	15
7	Diskussion	15
8	Zusammenfassung	15

1 Aufgabenstellung

- Leistungsmessung einer ohmschen Last in einem Wechselstromkreis
- Wirkleistungsmessung im Drehstromnetz bei einer symmetrischen ohmschen Last in Stern- und Dreiecksschaltung mit Aronschaltung
- Wirk- und Blindleistungsmessung bei einer allgemeinen Last im Dreiphasen-netz
- Bauen eines rudimentären Asynchron-Drehstrommotors

2 Grundlagen

2.1 Solarzelle

Eine Solarzelle, die auch als photovoltaische Zelle bezeichnet wird, wandelt Sonnenlicht durch den Photoeffekt in elektrische Energie um. Der Photoeffekt ist das Phänomen, bei dem ein Material Photonen (Lichtteilchen) absorbiert und freie Elektronen und Löcher erzeugt, die zur Erzeugung von elektrischem Strom genutzt werden können.

Die Grundstruktur einer Solarzelle besteht aus einer dünnen Halbleiterschicht, die in der Regel aus Silizium besteht. Diese Halbleiterschicht befindet sich zwischen zwei Metallkontakten, von denen einer auf der Ober- und einer auf der Unterseite liegt. Wenn Sonnenlicht auf die Halbleiterschicht fällt, werden die Photonen des Sonnenlichts von dem Halbleitermaterial absorbiert. Dies führt dazu, dass einige der Elektronen im Material angeregt werden und auf ein höheres Energieniveau springen, wobei ein "Loch" im Material zurückbleibt, wo das Elektron vorher war.

Die angeregten Elektronen und die durch die absorbierten Photonen entstandenen Löcher werden dann durch das elektrische Feld getrennt, das durch den Übergang zwischen den beiden Schichten des Halbleiters entsteht. Dieses elektrische Feld wird durch Dotierung des Halbleiters mit Verunreinigungen erzeugt, um einen p-n-Übergang zu schaffen. Die p-Typ-Halbleiterschicht hat einen Überschuss an positiv geladenen Löchern, während die n-Typ-Schicht einen Überschuss an negativ geladenen Elektronen hat.

Die angeregten Elektronen werden in Richtung der n-Typ-Schicht gezogen, während die Löcher in Richtung der p-Typ-Schicht gezogen werden. Durch diese Ladungstrennung entsteht eine Spannungsdifferenz über der Halbleiterschicht, die zur Erzeugung elektrischer Energie genutzt werden kann.

Die Shockley-Gleichung beschreibt die Beziehung zwischen dem Stromdurchsatz einer Diode und der an ihr anliegenden Spannung. Da eine Solarzelle nichts anderes als eine Diode ist, gilt dieses Gesetz auch in diesem Fall. Die Shockley-Gleichung kann verwendet werden, um die Diodenkennlinie einer Solarzelle anzupassen und wichtige Parameter wie den Fotostrom, den Sättigungsrückstrom und den Idealitätsfaktor zu ermitteln. Diese Informationen sind nützlich, um die Leistung einer Solarzelle zu bewerten und ihr Design für eine maximale Effizienz zu optimieren.

Die Diodenkennlinie einer Solarzelle kann zur Bewertung und Charakterisierung der Leistung der Zelle verwendet werden. Durch die Analyse der Diodenkennlinie können die folgenden Schlüsselparameter der Solarzelle bestimmt werden:

Leerlaufspannung (V_{oc}): Dies ist die Spannung, bei der die Solarzelle keinen Strom erzeugt, und entspricht der maximalen Ausgangsspannung der Zelle. Die Leerlaufspannung wird durch die Beleuchtungsstärke und die intrinsischen Eigenschaften der Zelle bestimmt.

Kurzschlussstrom (I_{sc}): Dies ist der Strom, der von der Solarzelle erzeugt wird, wenn die Spannung über der Zelle gleich Null ist, und entspricht der maximalen Stromabgabe der Zelle. Der Kurzschlussstrom wird durch die Beleuchtungsstärke und die physikalischen Eigenschaften der Zelle bestimmt.

Füllfaktor (FF): Er ist ein Maß für den Wirkungsgrad der Solarzelle und wird durch das Verhältnis zwischen der maximalen Ausgangsleistung der Zelle und dem Produkt aus Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom bestimmt. Der Füllfaktor wird von den physikalischen Eigenschaften der Zelle, wie der Rekombinationsrate und dem Serien- und Nebenschlusswiderstand, beeinflusst.

Maximaler Leistungspunkt (MPP): Dies ist der Punkt auf der Diodenkennlinie, an dem die Solarzelle die maximale Leistung abgibt. Der Punkt maximaler Leistung wird durch den Schnittpunkt der Lastlinie mit der Diodenkennlinie bestimmt und wird von der Beleuchtungsstärke und den physikalischen Eigenschaften der Zelle beeinflusst.

Durch die Auswertung und Analyse dieser Schlüsselparameter kann die Diodenkennlinie wertvolle Erkenntnisse über die Leistung einer Solarzelle liefern. Diese Informationen können dazu genutzt werden, das Design der Solarzelle zu optimieren und ihren Wirkungsgrad und ihre Leistung zu verbessern.

2.2 Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe ist ein Gerät, das Wärmeenergie von einem Ort zum anderen überträgt. Sie wird sowohl für Heiz- als auch für Kühlzwecke eingesetzt und basiert auf den Prinzipien der Thermodynamik.

Im Kühlbetrieb nimmt eine Wärmepumpe Wärme aus dem Innenraum auf und gibt sie nach außen ab. Im Heizbetrieb arbeitet sie umgekehrt, indem sie der Außenluft, dem Boden oder dem Wasser Wärme entzieht aus der Außenluft, dem Boden oder dem Wasser entzieht und an die Innenräume abgibt. Dies macht eine effiziente Möglichkeit, ein Gebäude zu heizen oder zu kühlen, da sie weniger Energie zur Wärme zu übertragen als sie zu erzeugen.

Die Effizienz einer Wärmepumpe wird durch ihre Leistungszahl ϵ (COP) gemessen. Die Leistungszahl ist das Verhältnis zwischen der übertragenen Wärmemenge und der von der Wärmepumpe verbrauchten Energie. Eine höherer Leistungszahl bedeutet eine effizientere Wärmepumpe an, da sie mehr Wärmeenergie für die gleiche Energiemenge übertragen kann Energiemenge mehr Wärmeenergie übertragen kann (d. h. mit einem COP von ϵ kann man ϵ Einheiten an Wärmeenergie Energie für jede verbrauchte Energieeinheit übertragen).

$$\epsilon = \frac{\dot{Q}}{P_{el}} \quad (1)$$

Wobei \dot{Q} der durch die Wärmepumpe verursachte Wärmefluss ist und P_{el} die benötigte Leistung ist die Wärmepumpe zu betreiben. Nun lässt sich der Gütegrad mittels der Leistungszahl definieren, sie ist die Kenngröße der Güte indem sie das Verhältnis der erhaltene Leistungszahl ϵ zu der theoretisch Maximalen $\epsilon_{\max} = \frac{T_h}{T_h - T_k}$ angibt.

$$\eta = \frac{\epsilon}{\epsilon_{\max}} \quad (2)$$

Der Kältekreislauf ist ein thermodynamischer Prozess der von einer Wärmepumpe durchgeführt wird. Dieser Prozess entzieht Wärme aus einer Umgebung mit niedriger Temperatur und gibt sie an eine Umgebung mit hoher Temperatur ab. Der Prozess wird in Kältesystemen wie Klimaanlage und Kühlschränken verwendet. Kühlschränke.

Der Kältekreislauf besteht aus vier Hauptstufen:

1. Isentrope Verdichtung: Das Kältemittel wird durch einen Kompressor komprimiert, wodurch Druck und Temperatur erhöht werden. Druck und Temperatur erhöht. Diese Stufe wird durch eine Linie dargestellt, die von niedrigem Druck und niedriger Enthalpie zu hohem Druck und hoher Enthalpie isentrop verläuft.

2. Isobare Kondensation: Das unter hohem Druck stehende und auf hohe Temperatur gebrachte Kältemittel wird dann in einem Verflüssiger abgekühlt, wo es Wärme abgibt und zu einer Flüssigkeit kondensiert. Diese Stufe wird durch eine horizontale Linie dargestellt, die von hoher Enthalpie zu niedriger Enthalpie verläuft, während der Druck konstant bleibt.
3. Isenthalpe Drosselung: Das flüssige Kältemittel wird dann durch ein Expansionsventil geleitet, wo sein Druck verringert wird, wodurch es zu einem Gas mit niedrigem Druck verdampft. Diese Stufe wird durch eine Linie dargestellt, bei konstanter Enthalpie verläuft, während der Druck abnimmt.
4. Isobare Verdampfung: Das Niederdruck-Kältemittel absorbiert Wärme beim Verdampfer aus der Umgebung auf, die es kühlen soll, und kehrt zum Kompressor zurück, um den Kreislauf erneut zu starten. Diese Phase wird durch eine Linie dargestellt, die von niedriger Enthalpie zu hoher Enthalpie verläuft, während der Druck konstant bleibt.

3 Versuchsanordnung

3.1 ohmsche Last in Wechselstromkreis

Um die ohmsche Last einer Glühlampe im Wechselstromkreis zu messen, wird folgender Versuchsaufbau aus Abbildung 3.1 realisiert.

Abbildung 3.1: Realer Versuchsaufbau für die Messung einer ohmschen Last

- 1 ... Transformator
- 2 ... seriell geschaltetes Strommessgerät
- 3 ... seriell geschaltetes Leistungsmessgerät mit parallelen Anschluss zum Verbraucher
- 4 ... ohmscher Verbraucher (Glühlampe)
- 5 ... parallel geschaltetes Spannungsmessgerät

3.2 Symmetrische Last in Dreiecksschaltung

Um die Wirkleistung von symmetrischen Verbrauchern in einer Dreiecksschaltung zu messen, wird die Aronschaltung nach folgendem Schaltplan aus Abbildung 3.2 realisiert. Der tatsächliche Versuchsaufbau ist in Abbildung 3.3 ersichtlich.

Abbildung 3.2: Schaltplan für die Messung der Wirkleistung mit Aronschaltung für symmetrische Verbraucher in I_i ... entsprechende Ströme gemessen mit entsprechenden Amperemeter A
 U_i ... entsprechende Spannungen gemessen mit entsprechenden Voltmeter V
 R_i ... entsprechender Widerstand durch die jeweiligen Verbraucher
 P_i ... Powermeter in Aronschaltung

Abbildung 3.3: Realer Versuchsaufbau für die Messung der Wirkleistung mit Aronschaltung für symmetrische Verbraucher in Dreiecksschaltung. (Bei den Kabeln wurde ein Farbschema eingehalten, um eine bessere Übersicht zu ermöglichen.)
1 ... Versorgungsspannung (L_1 rot, L_2 blau, L_3 gelb)
2 ... seriell geschaltete Strommessgeräte
3 ... seriell geschaltete Leistungsmessgeräte mit parallelen Anschlüssen nach der Aronschaltung (grün)
4 ... parallel geschaltete Spannungsmessgeräte über die entsprechenden Verbraucher (schwarz)
5 ... symmetrisch verteilte ohmsche Verbraucher (Glühlampen)

3.3 Symmetrische Last in Sternschaltung

Um die Wirkleistung von symmetrischen Verbrauchern in einer Sternschaltung zu Messen, wird die Aronschaltung nach folgendem Schaltplan aus Abbildung 3.4 realisiert. Der tatsächliche Versuchsaufbau ist in Abbildung 3.5 ersichtlich.

Abbildung 3.4: Schaltplan für die Messung der Wirkleistung mit Aronschaltung für symmetrische Verbraucher in I_i ... entsprechende Ströme gemessen mit entsprechenden Amperemeter A
 U_i ... entsprechende Spannungen gemessen mit entsprechenden Voltmeter V
 R_i ... entsprechender Widerstand durch die jeweiligen Verbraucher
 P_i ... Powermeter in Aronschaltung

Abbildung 3.5: Realer Versuchsaufbau für die Messung der Wirkleistung mit Aronschaltung für symmetrische Verbraucher in Sternschaltung. (Bei den Kabeln wurde ein Farbschema eingehalten, um eine bessere Übersicht zu ermöglichen.)

- 1 ... Versorgungsspannung (L_1 rot, L_2 blau, L_3 gelb)
- 2 ... seriell geschaltete Strommessgeräte
- 3 ... seriell geschaltete Leistungsmessgeräte mit parallelen Anschlüssen nach der Aronschaltung (grün)
- 4 ... parallel geschaltete Spannungsmessgeräte über die entsprechenden Verbraucher (schwarz)
- 5 ... symmetrisch verteilte ohmsche Verbraucher (Glühlampen)
- 6 ... Strommessgerät zwischen Sternpunkt und Neutralleiter (grau)

3.4 Asymmetrische Last in Sternschaltung

Um eine asymmetrische Last zu erreichen, wird der Aufbau aus Abbildung 3.4 herangezogen, mit dem Unterschied, dass die Glühlampen nicht gleichmäßig auf die Leiter aufgeteilt werden. Die gewählte Konfiguration ist in Abbildung 3.6 ersichtlich.

Abbildung 3.6: Entsprechende Konfiguration für eine asymmetrische Verteilung der Last mit folgenden Verteilungen auf den Strängen:

- L_1 ... 1 x 60 W
- L_2 ... 2 x 75 W
- L_3 ... 1 x 75 W und 2 x 60 W

3.5 Asymmetrische Last in Sternschaltung und simulierten Kabelbruch

Um einen Kabelbruch zu simulieren, wird der Aufbau aus Abbildung 3.4 herangezogen. Nun wird der Kontakt des Neutralleiters unterbrochen, indem das graue Kabel, sichtbar in Abbildung 3.3, aus dem Strompfad des Multimeters entfernt und in den Spannungsbereich gesteckt wird, um eine Spannungsmessung zu ermöglichen.

3.6 Wirkleistungsmessung

Um die Wirkleistung von allgemeinen Verbrauchern in Sternschaltung zu bestimmen, wird die Schaltung nach folgendem Schaltplan aus Abbildung 3.7 aufgebaut. Der tatsächliche Versuchsaufbau ist in Abbildung 3.8 ersichtlich.

Abbildung 3.7: Schaltplan für die Messung der Wirkleistung für allgemeine $I_i \dots$
entsprechende Ströme gemessen mit entsprechenden Amperemeter A
 $U_i \dots$ entsprechende Spannungen gemessen mit entsprechenden Voltmeter V
 $R_i \dots$ entsprechender Widerstand durch die jeweiligen Verbraucher
 $P_i \dots$ Powermeter

Abbildung 3.8: Realer Versuchsaufbau für die Messung der Wirkleistung für allgemeine Verbraucher in Sternschaltung. (Bei den Kabeln wurde ein Farbschema eingehalten, um eine bessere Übersicht zu ermöglichen.)

- 1 ... Versorgungsspannung (L_1 rot, L_2 blau, L_3 gelb)
- 2 ... seriell geschaltete Strommessgeräte
- 3 ... seriell geschaltete Leistungsmessgeräte mit parallelen Anschlüssen zum Neutralleiter (grün)
- 4 ... parallel geschaltete analoge Spannungsmessgeräte über die entsprechenden Verbraucher (schwarz)
- 5 ... parallel geschaltete digitale Spannungsmessgeräte über die entsprechenden Verbraucher (schwarz/grün)
- 6 ... Strommessgerät zwischen Sternpunkt und Neutralleiter (grau)
- 7 ... Heizwiderstände
- 8 ... ohmscher Verbraucher
- 9 ... Kapazität (Kondensator)
- 10 ... Induktivität (Spule)
- 11 ... 2. Kapazität für Bonusaufgabe

Für die Bonusaufgabe werden folgende Änderungen vorgenommen:

- L_1 bleibt unverändert (Heizwiderstand)

- L_2 Schaltung von einem Heizwiderstand und einem Kondensator mit parallel geschalteter Induktivität
- L_3 Schaltung von einem Heizwiderstand und einem Kondensator

3.7 Blindleistungsmessung

Um die Blindleistung eines allgemeinen Verbrauchers sichtbar zu machen, wird nun die Schaltung nach folgendem Schaltplan aus Abbildung 3.9 aufgebaut, indem die grünen Kabel der Powermeter aus Abbildung 3.8 entsprechend modifiziert werden.

Abbildung 3.9: Schaltplan für die Messung der Blindleistung für allgemeine $I_i \dots$
entsprechende Ströme gemessen mit entsprechenden Amperemeter A
 $U_i \dots$ entsprechende Spannungen gemessen mit entsprechenden Voltmeter V
 $R_i \dots$ entsprechender Widerstand durch die jeweiligen Verbraucher
 $P_i \dots$ Powermeter

3.8 Bau eines rudimentären Asynchron-Drehstrommotors

Um den Bau eines rudimentären Asynchron-Drehstrommotors zu realisieren, werden 3 Spulen mit Eisenkern wie in Abbildung 3.10 um eine drehbar gelagerte Metallscheibe aufgestellt. Die Spulen werden mit vorgeschalteten Heizwiderständen an die Versorgungsspannung geschlossen.

Abbildung 3.10: Drehzahlmessung des rudimentären Asynchron-Drehstrommotors.

4 Geräteliste

Für den Versuch werden die in Tabelle 4.1 aufgelisteten Geräte verwendet.

Tabelle 4.1: Verwendete Geräte

Gerätetyp	Hersteller	Typ	Inventar-Nr	Anmerkung
Transformator	Thalheimer	LTS 606	0161469	
Box mit Versorgungsspannung			F1	
Strommessgerät	Norma	analog	VII/1106/9 VII/1106/6 VII/1106/3	3 x
Spannungsmessgerät	Norma	analog	VII/1120/2 VII/1120/1 E3	3 x
Leistungsmessgerät	Norma	analog	F18 F19	2 x
Leistungsmessgerät	Chauvin Arnoux	analog	C.A.505	
Multimeter	UNI-T	UT51		2 x
Multimeter	METEX	M-3610B		
Glühlampen		3x 60 W 3x 75 W		
Kondensator		12 μ F	G5 V	2 x
Spule			P	
Heizwiderstand		3x 230 V	JFR/158/13	3 x
Bananenstecker				
Spule mit Eisenkern				3 x
Metallscheibe auf Sockel	Hancaner	DT2234C		

5 Versuchsdurchführung und Messergebnisse

5.1 ohmsche Last in Wechselstromkreis

Um die Leistung der ohmschen Last im Wechselstromkreis zu messen, wird der Verbraucher, der in diesem Fall einer 75 W Glühbirne entspricht, wie in Abbildung 3.1 ersichtlich, in den Stromkreis geschlossen. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass die Geräte richtig in den Stromkreis geschlossen sind. Bei einem negativen Zeigerausschlag müssen also die Kabel vertauscht werden. Auch sollte bei den Geräten der richtige Messbereich ausgewählt werden, um sicherzustellen, dass die Geräte nicht überlastet werden, aber dennoch ein genaues Ergebnis anzeigen.

Nun wird mithilfe des Schleifkontakts des Netzgeräts eine Ausgangsspannung von $(20,0 \pm 0,6)$ V erzeugt und diese kontinuierlich erhöht, bis schließlich ein Wert von $(240,0 \pm 1,2)$ V erreicht ist.

Die entsprechenden Werte der Messgeräte werden abgelesen und in folgender Tabelle 5.1 aufgelistet.

Bei dem vom Leistungsmessungsgerät abgelesenen Wert ist dabei besonders darauf zu achten, ob das Gerät über die Verbindung für 1 A oder 5 A verwendet wird.

Tabelle 5.1: Gemessene Werte bei der Variation der ohmschen Last

$U \dots$ gemessene Spannung in V

$I \dots$ gemessener Strom in A

$P \dots$ gemessene Leistung in W

5.2 Symmetrische Last in Dreiecksschaltung

Um die Leistung eines symmetrischen Verbrauchs bei einer Dreiecksschaltung zu betrachten, wird ein Aufbau nach Abbildung 3.2 herangezogen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Glühlampen symmetrisch auf die Stränge verteilt sind, sich also auf jedem jeweils eine mit 75 W und eine mit 60 W befindet. Alle abgelesenen Messwerte der Messgeräte sind in folgender Tabelle 5.2 aufgelistet.

Tabelle 5.2: Abgelesene Werte bei symmetrischer Belastung in Dreiecksschaltung

$I_i \dots$ gemessener Strom am i-ten Strang in A

$I_{31} \dots$ gemessener Strom zwischen Sternpunkt und Neutraleiter in A

$U_{ij} \dots$ gemessene Spannung zwischen den Strängen i und j in V

$P_i^M \dots$ gemessene Wirkleistungen in W (für genaue Bezeichnung siehe Abbildung 3.2)

5.3 Symmetrische Last in Sternschaltung

Nun wird die Schaltung insofern modifiziert, dass nun eine Sternschaltung vorliegt, wie in Abbildung 3.4 sichtbar.

Der besseren Übersicht halber, sind alle abgelesenen Werte der Messgeräte für die Sternschaltung in folgender Tabelle 5.3 aufgelistet.

Tabelle 5.3: Abgelesene Werte bei Sternschaltung

1. Zeile ...symmetrische Belastung
 2. Zeile ...asymmetrische Belastung
 3. Zeile ...asymmetrische Belastung mit simulierten Kabelbruch
- $I_i \dots$ gemessener Strom am i-ten Strang in A
 $I_{31} \dots$ gemessener Strom zwischen Sternpunkt und Neutraleiter in A
 $U_i \dots$ gemessene Spannung am i-ten Strang in V
 $P_i^M \dots$ gemessene Wirkleistungen in W (für genaue Bezeichnung siehe Abbildung 3.4)

5.4 Asymmetrische Last in Sternschaltung

Nun werden die einzelnen Stränge verschieden stark beansprucht, indem die Glühlampen asymmetrisch auf die Stränge verteilt werden. Dabei wird, wie bereits in Abschnitt 3 angeführt, folgende Konfiguration verwirklicht:

- $L_1 \dots 1 \times 60 \text{ W}$
- $L_2 \dots 2 \times 75 \text{ W}$
- $L_3 \dots 1 \times 75 \text{ W}$ und $2 \times 60 \text{ W}$

Alle abgelesenen Werte der Messgeräte sind, wie bereits erwähnt, in Tabelle 5.3 in der 2. Zeile angefügt.

5.5 Asymmetrische Last in Sternschaltung und simulierten Kabelbruch

Um nun einen Kabelbruch zu simulieren, wird die Verbindung des Neutraleiters unterbrochen. Zusätzlich wird nun auch der Spannungsabfall an jener Stelle gemessen, indem das entsprechende Multimeter als Spannungsmessgerät umfunktioniert wird. Die so abgelesenen Werte der Messgeräte sind in Tabelle 5.3 in der 3. Zeile aufgelistet.

5.6 Wirkleistungsmessung

Um die Wirkleistung eines realen Verbrauchers zu bestimmen, werden auch Kapazitäten und Induktivitäten, wie in Abbildung 3.7 sichtbar, in die Schaltung integriert.

Es sind, der besseren Übersicht halber, wieder alle erhaltenen Werte für die nächsten Aufgaben in Tabelle 5.4 aufgelistet. Die gemessenen Werte der realen Verbraucher sind dabei in der 1. Zeile sichtbar.

Nun werden die Außenleiter L_2 und L_3 vertauscht, wodurch die Werte, aus der 2. Zeile der Tabelle 5.4 entstehen.

Im Rahmen der Bonusaufgabe wird die Schaltung leicht modifiziert, wie bereits in Abschnitt 3 angeführt. Dabei ist darauf zu achten, dass am 2. Strang eine Parallelschaltung von Kapazität und Induktivität vorliegt.

Alle abgelesenen Werte der Messgeräte sind in der 3. Zeile in Tabelle 5.4 aufgelistet.

Tabelle 5.4: Abgelesene Werte für die Bestimmung der Wirkleistung, bei den Bezeichnungen der Bauteile ist zu beachten, dass sich Zeile 3 und 6 auf die Bonusaufgabe beziehen und daher andere Bauteile verwendet werden.

1. Zeile ...Aufbau für die Messung der Wirkleistung: eines realen Verbrauchers
 2. Zeile ...Aufbau für die Messung der Wirkleistung: Wirkleistung eines realen Verbrauchers mit vertauschten Außenleitern
 3. Zeile ...Aufbau für die Messung der Wirkleistung: Wirkleistung bei modifizierter Schaltung
 4. Zeile ...Aufbau für die Messung der Wirkleistung: Blindleistung eines realen Verbrauchers
 5. Zeile ...Aufbau für die Messung der Wirkleistung: Blindleistung eines realen Verbrauchers mit vertauschten Außenleitern
 6. Zeile ...Aufbau für die Messung der Wirkleistung: Blindleistung bei modifizierter Schaltung
- $I_i \dots$ gemessener Strom am i-ten Strang in A
 $I_{31} \dots$ gemessener Strom zwischen Sternpunkt und Neutraleiter in A
 $U_i \dots$ gemessener Spannungsabfall am i-ten Bauteil in V nach Abbildung 3.7
 $P_i^M \dots$ gemessene Wirkleistungen am i-ten Strang in W

5.7 Blindleistungsmessung

Um die Blindleistung der Schaltung messbar zu machen, müssen die parallelen Verbindungen der Powermeter, nach Abbildung 3.9 umgebaut werden.

Alle abgelesenen Werte der Messgeräte sind in der 4. Zeile in Tabelle 5.4 aufgelistet.

Nun werden die Außenleiter L_2 und L_3 erneut vertauscht, wodurch die Werte aus Zeile 5, aus Tabelle 5.4 entstehen.

Im Rahmen der Bonusaufgabe wird auch die leicht modifizierte Schaltung mit der Parallelschaltung von Kapazität und Induktivität am 2. Strang aufgebaut.

Alle abgelesenen Werte der Messgeräte sind in der 6. Zeile von Tabelle 5.4 aufgelistet.

5.8 Bau eines rudimentären Asynchron-Drehstrommotors

Beim Bau des Drehstrommotors ist darauf zu achten, dass die Spulen richtig in den Stromkreis geschlossen sind, sodass die maximale Drehzahl erreicht werden kann. Auch die Abstände der Eisenkerne sind durch Probieren so einzustellen, dass ein möglichst ruhiger Umlauf der Metallscheibe garantiert wird und sind nicht bei allen 3 Spulen gleich, da diese bezüglich der Anzahl an Wicklungen und Drahtdicke leicht verschieden sind.

Die Anzahl der Umdrehungen wird dabei mithilfe eines digitalen Zählers bestimmt, der anhand eines Laserstrahls die Markierung auf der Metallscheibe wahrnimmt. Die maximale Drehzahl, die mithilfe des Aufbaus realisiert werden konnte war $(1691 \pm 2) \text{ min}^{-1}$ Umdrehungen.

6 Auswertung

7 Diskussion

8 Zusammenfassung

Abbildungsverzeichnis

3.1	Realer Versuchsaufbau für die Messung einer ohmschen Last	5
3.2	Schaltplan für die Messung der Wirkleistung mit Aronschaltung für symmetrische Verbraucher in Dreiecksschaltung	6
3.3	Realer Versuchsaufbau für die Messung der Wirkleistung mit Aronschaltung für symmetrische Verbraucher in Dreiecksschaltung	6
3.4	Schaltplan für die Messung der Wirkleistung mit Aronschaltung für symmetrische Verbraucher in Sternschaltung	6
3.5	Realer Versuchsaufbau für die Messung der Wirkleistung mit Aronschaltung für symmetrische Verbraucher in Sternschaltung	7
3.6	Entsprechende Konfiguration für eine asymmetrische Verteilung der Last	7
3.7	Schaltplan für die Messung der Wirkleistung für allgemeine Verbraucher in Sternschaltung	8
3.8	Realer Versuchsaufbau für die Messung der Wirkleistung für allgemeine Verbraucher in Sternschaltung	8
3.9	Schaltplan für die Messung der Blindleistung für allgemeine Verbraucher in Sternschaltung	9
3.10	Drehzahlmessung des rudimentären Asynchron-Drehstrommotors . . .	10

Tabellenverzeichnis

4.1	Verwendete Geräte	11
5.1	Gemessene Werte bei der Variation der ohmschen Last	12
5.2	Abgelesene Werte bei symmetrischer Belastung in Dreiecksschaltung .	12
5.3	Abgelesene Werte bei Sternschaltung	13
5.4	Abgelesene Werte für die Bestimmung der Wirkleistung	14