
Elektrotechnik II

Übung II

Prof. Dr. Göran Andersson

FS 2011

<http://www.eeh.ee.ethz.ch/>

Feedback zur Übung 1

- Thevenin Theorem
 - Unterschied zwischen Eingangsstrom und Laststrom
- Spannungspfeil
- Komplexer Widerstand: \underline{Z} nicht R
- Phasoren

Ziel und Motivation der Übung 2

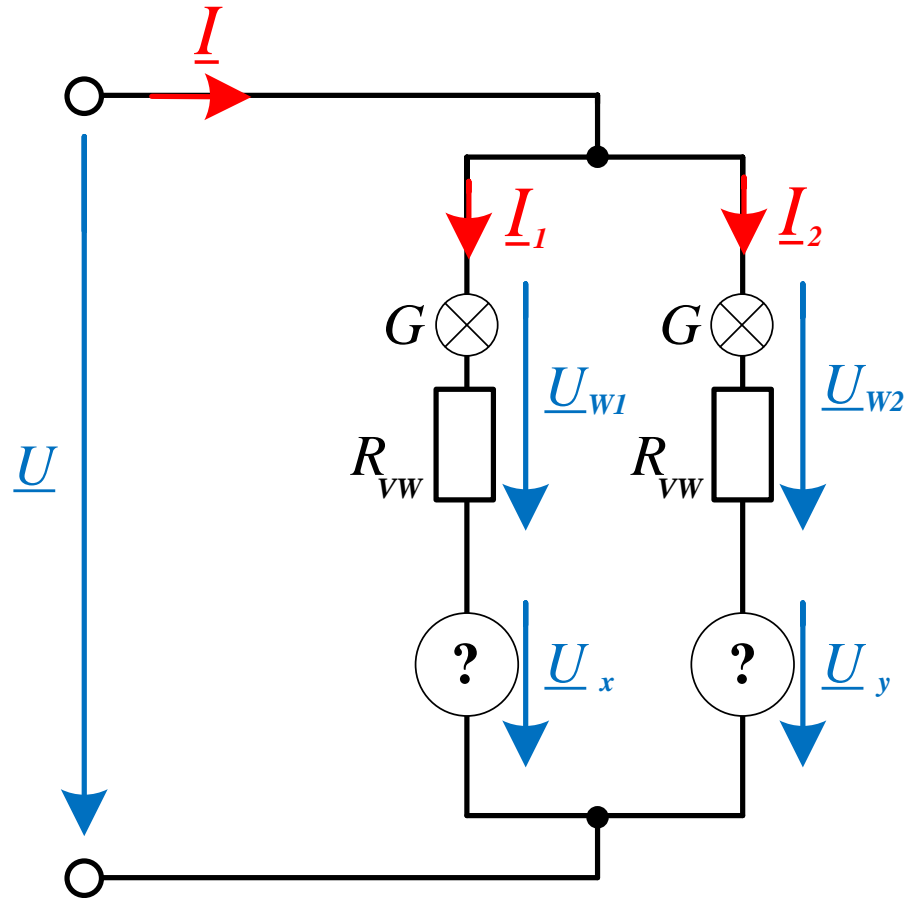
Ziele:

1. Vertiefung vom Rechnen mit Wechselstrom
2. Nutzung von Blindstrom
3. Stern-/Dreieckschaltung bei Motoren

Motivation:

- Stromnetze werden zum Grossteil mit Wechselstrom betrieben
- Blindstromkompensation hat viele Anwendungen in der Realität
- Stern-/Dreieckschaltungen haben insbesondere für elektrische Motoren eine wichtige Anwendung

Aufgabe 1: Glühlampen an Bahnstromversorgung

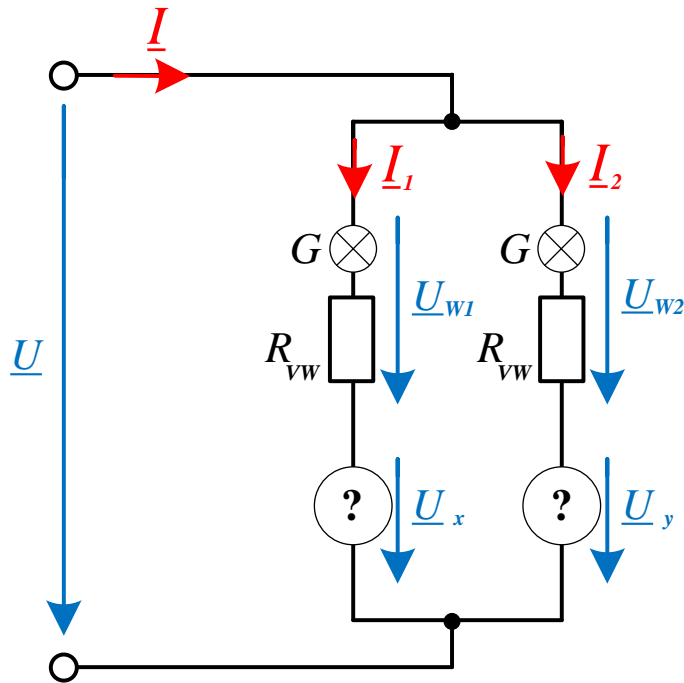


 Blindstrom kann ausgenutzt werden!

Aufgabe 1: Glühlampen an Bahnstromversorgung

1. Zeichne das Zeigerdiagramm der Lampenschaltung

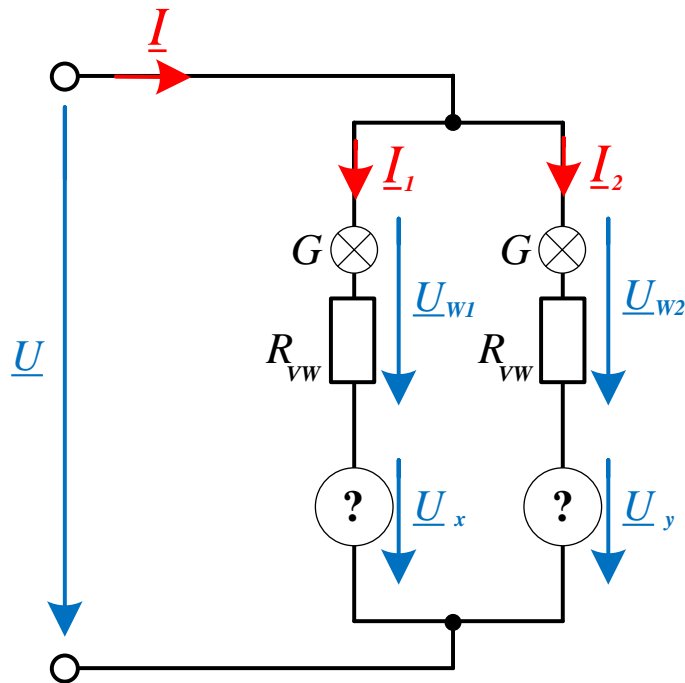
(\underline{U} , \underline{U}_{W1} , \underline{U}_{W2} , \underline{U}_x , \underline{U}_y , \underline{I} , \underline{I}_1 , \underline{I}_2).



- \underline{U}_{W1} , \underline{U}_{W2} gegeneinander um 90°
- \underline{U}_{W1} , \underline{U}_{W2} gegen die Netzspannung \underline{U} um je 45°
- Die Netzspannung beträgt $\underline{U} = 220V$
- Die Glühlampen: Wirkwiderstände
- \underline{U}_x , \underline{U}_y : ohne Wirkleistungsverluste

Aufgabe 1: Glühlampen an Bahnstromversorgung

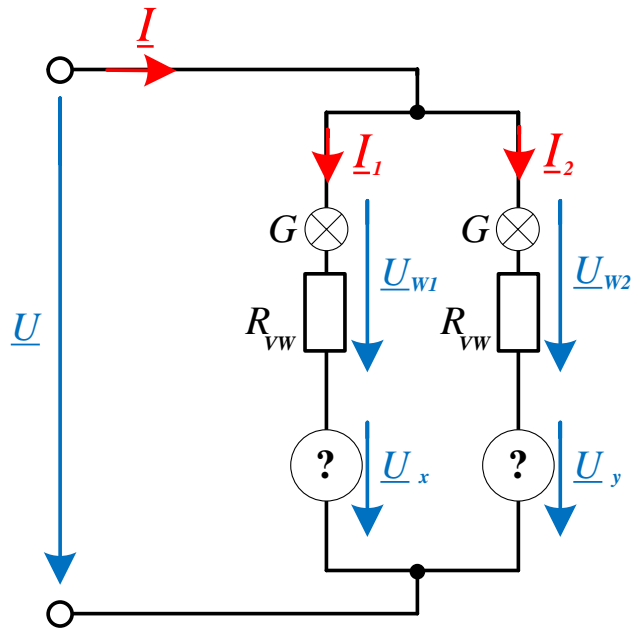
2. Welcher Typ von elektrischen Bauelementen ergeben die gewünschten Spannungen \underline{U}_x , \underline{U}_y ?



- \underline{U}_x , \underline{U}_y : ohne Wirkleistungsverluste
- aus Zeigerdiagramm

Aufgabe 1: Glühlampen an Bahnstromversorgung

- Bestimme die erforderlichen Vorwiderstände R_{vw} und dimensioniere die elektrischen Bauelemente um die gewünschten Spannungen zu erreichen.
- Bestimme den Strom, den die Schaltung vom Netz zieht.



- Zeigerdiagramm hilft
- Nennstrom/spannung der Lampe
- X_x , X_y (Skript: NW-34)
- Bahnfrequenz!

Aufgabe 2: Stern- Dreieckanlauf bei Asynchronmotoren



maximal benötigte Leistung des Skiliftes:

$$P = 50 \text{ Personen} * 100\text{kg} * 9.81 \text{ ms}^{-2} * 400\text{m} / 5 \text{ min} * \text{Getriebeverlust} * \text{Unsicherheitsfaktor}$$

Aufgabe 2: Stern- Dreieckanlauf bei Asynchronmotoren

3 Offerten:

1. Nennleistung 200 kW, Leistungsfaktor 0.9, Nennspannung 25 kV in Dreieckschaltung
2. Nennleistung 75 kW, Leistungsfaktor 0.25, Nennspannung 25 kV in Dreieckschaltung
3. Nennleistung 180 kW, Leistungsfaktor 0.85, Nennspannung 400 V in Sternschaltung

1. Was spricht gegen die anderen zwei Offerten und wieso können diese wahrscheinlich nicht von einem seriösen Anbieter stammen? Stütze deine Überlegungen mit konkreten Berechnungen.

Blindleistung, Nennleistung, Phasenwinkel, Phasenstrom,
Stern/Dreieckschaltung, Aussenleiterspannung, ...
2 Gründe für Ablehnung pro Offerte

Aufgabe 2: Stern- Dreieckanlauf bei Asynchronmotoren

2. Ersatzschaltbilder

- Skript: NW 59-80

Dreieckschaltung:

3. Phasenstrom

- Mit Hilfe der Leistung

4. Scheinleistung, Blindleistung und Phasenwinkel

- Blindleistung: Verhältnis Blindleistung – Wirkleistung: $Q \cos \phi = P \sin \phi$
- Scheinleistung: $\underline{S} = P + jQ$

Motor:

5. Widerstand \underline{Z}

- Mit Hilfe der Scheinleistung

6. Spannung, Wicklungsstrom

- Wicklungsstrom in Phasenstrom umrechnen

Aufgabe 2: Stern- Dreieckanlauf bei Asynchronmotoren

Anfahren: Motor zieht bis zu 8mal soviel Strom als ausgerechnet



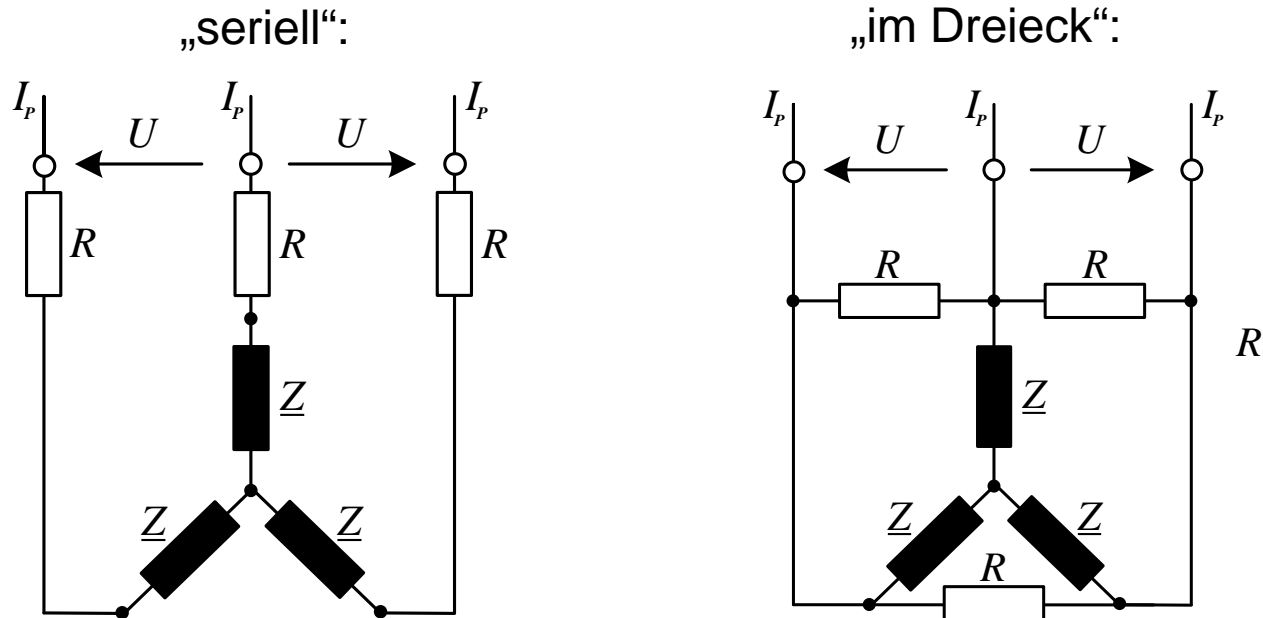
Sternschaltung zum Anfahren, Dreieckschaltung für den Betrieb

7. Spricht die Netzsicherung nun an?

- Umrechnung in Sternschaltung
- \underline{Z} bleibt gleich

Aufgabe 2: Stern- Dreieckanlauf bei Asynchronmotoren

Um die Strombelastung weiter zu reduzieren: Einbau von Widerständen:



8. Welche Beschaltung ist sinnvoller?

- Stern-/Dreieckumformung (Skript: NW-73)
- Richtige Spannungen und Ströme verwenden, aufpassen

Aufgabe 2: Stern- Dreieckanlauf bei Asynchronmotoren

9. Beim Betrieb fragt sich der Ingenieur, wieso der Asynchronmotor eine konstante Leistung erbringt, wenn er doch an einem **Wechselstromsystem** betrieben wird.
- Mathematische Begründung

