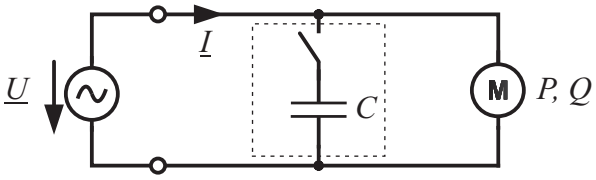
Übung Grundlagen der Elektrotechnik B

Themengebiet G: Leistung

Aufgabe 1: Leistung



Ein Wechselstrommotor wird aus dem öffentlichen Energieversorgungsnetz mit einer Spannung $U = 230\,\mathrm{V}$ bei $f = 50\,\mathrm{Hz}$ gespeist. Er nimmt dabei die Wirkleistung $P = 5,0\,\mathrm{kW}$ und die Blindleistung $Q = 4,5\,\mathrm{kVA}$ (ind.) auf.

1. Wie groß ist der Leistungsfaktor $\cos(\varphi)$ des Motors?
2. Für welchen Effektivwert I des Stromes ist die Zuleitung auszulegen?
3. Welche Scheinleistung nimmt der Motor auf?

An die Anschlüsse des Motors wird nun zusätzlich parallel eine Kapazität mit $C = 200\,\mu\mathrm{F}$ gelegt.

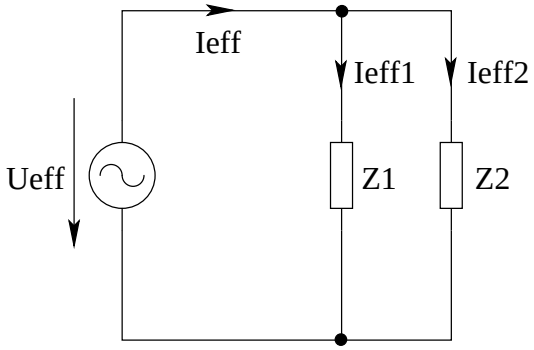
4. Wie groß sind nun die aufgenommene Wirk-, Blind- und Scheinleistung P', Q' und S' der Parallelschaltung? Wie groß ist der Leistungsfaktor $\cos(\varphi)$?
5. Für welchen Effektivwert I' des Stromes ist die Zuleitung nun auszulegen? Weshalb ist der Einsatz einer zusätzlichen Kapazität sinnvoll?
6. Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm der Leistungen.

Ergebnisse:

1. $\cos\varphi = \cos(41,99°) = 0,74$
2. $I = 29,38\,\mathrm{A}$
3. $S = 6,76\,\mathrm{kVA}$
4. $P' = P = 5\,\mathrm{kW}$, $Q' = 1,18\,\mathrm{kVA}$, $S' = 5,14\,\mathrm{kVA}$, $\cos\varphi = 0,97$
5. $I' = 22,35\,\mathrm{A}$; $\frac{I'}{I} = \frac{22,35\,\mathrm{A}}{29,38\,\mathrm{A}} = 0,76$

Aufgabe 2: Leistung

Eine 230 V Wechselspannungsquelle speise zwei parallel geschaltete Lasten (siehe untenstehende Abb.). Die eine Last nehme eine Scheinleistung von $S_1 = 5\,\text{kVA}$ bei einem Leistungsfaktor von $\cos(\varphi_1) = 0,8$ (induktiv) auf. Die zweite Last nehme eine Wirkleistung von $P_2 = 3\,\text{kW}$ bei einem Leistungsfaktor von $\cos(\varphi_2) = 0,9$ (kapazitiv) auf. Wie groß ist der gesamte von der Spannungquelle abgebebene Effektivstrom I_{eff}?



Ergebnisse:

$I = 31,17\,\text{A}$

Aufgabe 3: Leistung

Ein Verbraucher werde durch eine sinusförmige Wechselspannung gespeist und nehme eine Wirkleistung von 80 W auf. Der Leistungsfaktor betrage $\cos(\varphi) = 0,8$ (kapazitiv).

1. Berechnen Sie den Winkel φ. Geben Sie das Vorzeichen an (Begründung).
2. Berechnen Sie die Schein- und Blindleistung (Vorzeichen beachten).
3. Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm der Leistung bestehend aus Schein-, Wirk- und Blindleistung sowie dem Winkel .
4. Der Effektivwert der zu speisenden Spannung sei $U = 230\,\text{V}$. Wie groß ist Effektivwert des Stroms?
   Durch eine Blindleistungskompensation soll der Leistungsfaktor auf $\cos(\varphi) = 0,95$ angehoben werden.
5. Welches Bauelement könnte zu diesem Zweck parallel zum Verbraucher geschaltet werden?
6. Berechnen Sie für Ihren Lösungsvorschlag die erforderliche Blindleistung des Kompensators (achten Sie auf das Vorzeichen).

Ergebnisse:

1. $\varphi = -\arccos(0,8) = -36,87°$
2. $S = \frac{P}{\cos\varphi} = 100\,\text{VA} \qquad Q = S \cdot \sin(-36,87°) = -60\,\text{VA}$

3.

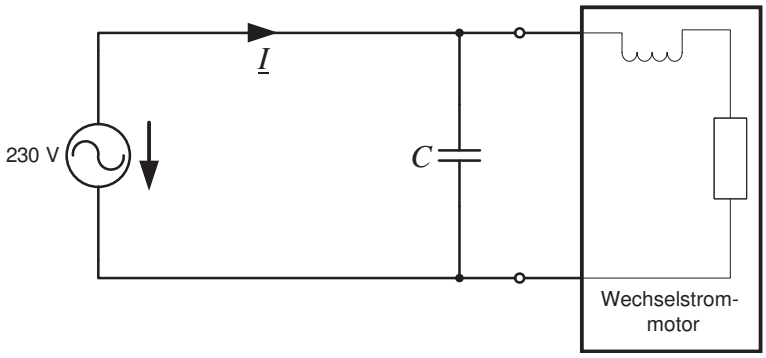
4. $I = 0,435\,\mathrm{A}$

5. Induktivität

6. $Q_{\mathrm{komp}} = Q_{\mathrm{soll}} - Q = 33,71\,\mathrm{VA}$

Aufgabe 4: Blindstrom und Blindspannung

Ein Wechselstrommotor habe eine mechanische Leistung von 20 kW bei einem Wirkungsgrad von $\eta = 0,85$. Sein Leistungsfaktor betrage $\cos(\varphi) = 0,75$. Der Motor liege an einer Wechselspannungsquelle mit $U = 230\,\mathrm{V}$ und $f = 50\,\mathrm{Hz}$. Ein Kondensator zur Kompensation der Blindleistung soll parallel zum Motor geschaltet werden.



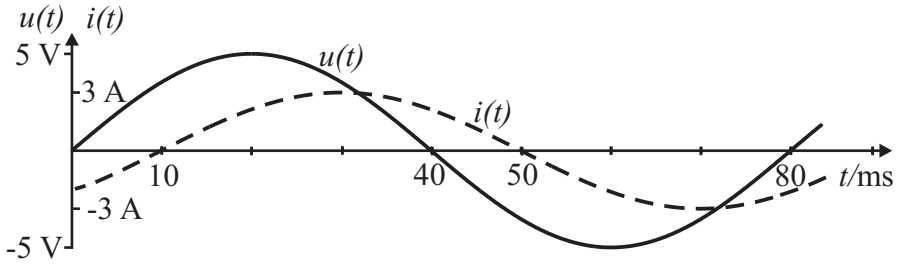
1. Bestimmen Sie die Schein- und Blindleistung des Motors.
2. Berechnen Sie die erforderliche Kapazität des Kondensators.
3. Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm für die Blindspannungen und -ströme vor und nach der Kompensation. Welche Stromreduzierung wird dadurch erreicht?

Ergebnisse:

1. $S = 31,37\,\mathrm{kVA} \quad Q = 20,75\,\mathrm{kVA}$
2. $C = 1249\,\mu\mathrm{F}$
3. Nach der Kompensation reduziert sich der Strom auf den Wirkanteil: $I = \frac{P}{U}$ also um 25 %

Aufgabe 5: Leistung

An einem elektrischen Verbraucher wurde folgender Strom- und Spannungsverlauf $u(t)$, $i(t)$ gemessen:



1. Skizzieren Sie den Verlauf der Momentanleistung $p(t)$. Wann nimmt der Verbraucher Leistung auf, und wann gibt er Leistung ab?
2. Ist das Verhalten induktiv oder kapazitiv?
3. Wie gro ist die Kreisfrequenz ω von $i(t)$ und $u(t)$? Geben Sie $\underline{U}$ und $\underline{I}$ in der komplexen exponentiellen Schreibweise an.
4. Bestimmen Sie die Impedanz $\underline{Z}$ des Verbrauchers und zeichnen Sie ein quivalentes Ersatzschaltbild in Reihenschaltung.
5. Welche Schein-, Wirk- und Blindleistung nimmt der Verbraucher auf?
6. Welches Bauteil muss mit dem Verbraucher in Reihe geschaltet werden, damit seine Blindleistung vollstndig kompensiert wird? Bestimmen Sie den Wert des Bauteils.

Ergebnisse:

1. Aufgenommene Leistung: $p(t) > 0$
   Abgegebene Leistung: $p(t) < 0$
2. Spannung eilt Strom voraus $\Rightarrow$ indukt. Charakter
3. $\omega = 78,54\,\text{Hz} \quad \underline{U} = \frac{5\,\text{V}}{\sqrt{2}} \quad \underline{I} = \frac{3\,\text{A}}{\sqrt{2}} \cdot e^{-j45^\circ}$
4. $\underline{Z} = \frac{5}{3}\Omega \cdot e^{j45^\circ}$
5. $S = 7,5\,\text{VA} \quad P = 5,3\,\text{W} \quad Q = 5,3\,\text{VA}$
6. $C = \frac{1}{\omega^2 L} = 10,8\,\text{mF}$