

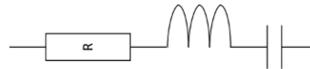
Elektrotechnische Grundlagen für das Verkehrswesen

Übung 5: Komplexe Wechselstromrechnung

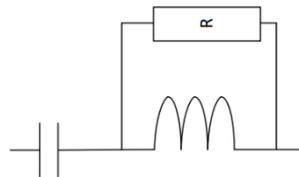
Aufgabe 5.1: Berechnung von komplexen Widerständen

Berechnen Sie den Gesamtwiderstand und den Phasenwinkel der dargestellten Schaltungen!

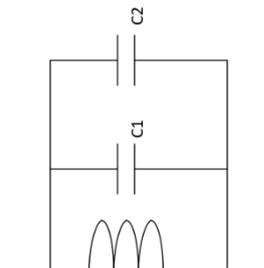
- a)** $R = 100 \Omega$
 $L = 100 \text{ mH}$,
 $C = 25 \mu\text{F}$,
 $f = 50 \text{ Hz}$



- b)** $R = 80 \Omega$
 $L = 50 \text{ mH}$,
 $C = 20 \mu\text{F}$
 $f = 60 \text{ Hz}$

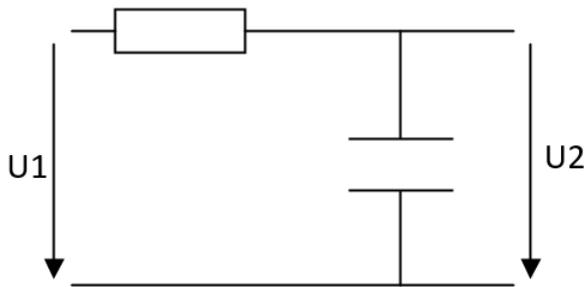


- c)** $L = 20 \text{ mH}$
 $C_1 = 7 \mu\text{F}$
 $C_2 = 3 \mu\text{F}$
 $\omega = 125 \text{ Hz}$



Aufgabe 5.2: Tiefpassfilter

Im Landesnetz mit 50 Hz Netzfrequenz verursachen einige Geräte wie beispielsweise leistungselektronische Stromrichter Oberschwingungen. Die Frequenzen dieser Oberschwingungen sind oft ganzzahlige Vielfache der Netzfrequenz und damit Harmonische der Grundfrequenz. Da diese Oberschwingungen die Spannungsqualität negativ beeinflussen, müssen sie für manche Anwendungen herausgefiltert werden. In untenstehender Abbildung ist ein Tiefpassfilter 1. Ordnung dargestellt. Der Widerstand beträgt 500Ω .



- Berechnen Sie die Kapazität des Kondensators, damit der Pegel der Ausgangsspannung im Leerlauf -6 dB beträgt.
- Berechnen Sie die Dämpfung der Grundfrequenz bei dieser Schaltung.

Aufgabe 5.3: Einseitige Speisung am Beispiel eines stehenden Zuges

Ein Zug steht an einem Haltepunkt. Die Strecke wird mit 25 kV , 50 Hz ab Unterwerk gespeist. Die Speisung erfolgt einseitig, d. h. es gibt nur ein Unterwerk, was den Fahrleitungsabschnitt speist. Zur Versorgung der Hilfsbetriebe fließt ein Strom von 35 A . Der Leistungsfaktor des Zuges $\cos \varphi$ beträgt $0,9$.

Die Fahrleitung hat einen komplexen Widerstandsbelag $Z' = 0,204 \Omega/\text{km} e^{j(43,4^\circ)}$.

Der Haltepunkt befindet sich 30 km vom Unterwerk entfernt. Es wird vereinfachend angenommen, dass es keine Querkupplungen oder Verstärkerleitungen gibt und dass die Rückstromführung widerstandslos erfolgt.

- Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild!
- Geben Sie den Scheitelwert der sinusförmigen Spannung im Unterwerk an!
- Ermitteln Sie die Resistanz R , die Reaktanz X und die Impedanz Z der Fahrleitung, des Zuges und des Gesamtsystems! Zeichnen Sie die Größen in ein Zeigerdiagramm ein!
- Geben Sie den Leistungsfaktor $\cos \varphi$ des Gesamtsystems und den Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung an.
- Berechnen Sie die Scheinleistung S , die Wirkleistung P und die Blindleistung Q , die in dem Zug umgesetzt werden. Geben Sie die Frequenz an, mit der die Leistung pulsiert. Stellen Sie den Verlauf von Strom, Spannung und Leistung in Abhängigkeit von der Zeit graphisch dar.
- Führt die im Fahrdraht umgesetzte Blindleistung Q zu einer Erwärmung? Begründen Sie ihre Aussage.

- g) Angenommen, die Frequenz wird bei gleichbleibender Spannung auf 16,7 Hz abgesenkt, der Strom soll gleichbleiben. Wie verhält sich dann die im Zug umgesetzte Wirkleistung qualitativ? Begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe 5.4: Leistung eines Haushaltsstromanschlusses

Tina, eine Studentin des Verkehrsingenieurwesens, möchte sich so schnell wie möglich einen Kaffee machen. Sie hat einen speziellen Wasserkocher, dessen Leistung regulierbar ist und maximal 10 kW beträgt. Sie weiß, dass die verwendete Schuko-Steckdose mit einer 16 A-Sicherung abgesichert wird und der einzige Verbraucher im Stromkreis ist. Es wird vereinfachend angenommen, dass die Sicherung bei Überschreitung des Maximalstromes sofort auslöst. Der Wasserkocher ist ein ohmsch-induktiver Verbraucher, dessen Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,9$ beträgt.

- a) Berechnen Sie die Schein- und Wirkleistung, mit der das Wasser maximal erhitzt werden kann.
- b) Für die Zubereitung einer Tasse Kaffee sollen 300 ml Wasser zum Kochen gebracht werden. Berechnen sie die Dauer des Vorgangs und die übertragene Energie. Die Raumtemperatur und die Temperatur des Wassers vor Beginn der Erwärmung betragen 20 °C. Die Wärmekapazität von Wasser beträgt $4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$.