

Aufgaben zur Leistung im Wechselstromkreis

1. Erklären Sie, warum bei Elektromotoren, die mit Wechselstrom betrieben werden, parallel zum Motor ein Kondensator geschaltet wird.
2. Erklären Sie, warum man beim Anschluss einer Spule im Wechselstromkreis zwischen Wirk- und Scheinleistung unterscheiden muss.
3. Ein elektrisches Gerät gibt bei Anschluss an eine 110 V-Wechselspannung eine mechanische Leistung von 450 W ab. Dabei fließt ein Strom von 5,3 A. Berechnen Sie die Schein-, Wirk- und Blindleistung. Geben Sie den Leistungsfaktor und den Phasenwinkel an.
4. In einem Werk wird durch Zuschalten von Kondensatoren der durchschnittliche Leistungsfaktor von 0,75 auf 0,92 verbessert. Um welchen Faktor vermindert sich dadurch die Stromwärmeverluste in der Zuleitung, wenn die Wirklast die gleiche bleibt.

Lösungen:

1.

In Wechselstrommotoren wird ein Teil der durch die Leitung transportierten Energie zum Aufbau der Magnetfelder benötigt. Brechen die Magnetfelder beim Wechsel der Stromrichtung wieder zusammen, fließt auf Grund der Selbstinduktion Energie durch die Leitung wieder zurück. Das ist der Blindstrom, der die Leitung zusätzlich belastet. Der Leistungsfaktor gibt an, wieviel Energie zusätzlich transportiert wird, je größer er ist, um so weniger.

Der parallele Kondensator kann durch einen Ausgleich der Phasenverschiebung diesen Leistungsfaktor steigern, da er eine entgegengesetzte Phasenverschiebung zu Spule hat. Er kann elektrische Feldenergie aufnehmen, wenn die Spule magnetische abgibt um umgekehrt.

2.

Ursache: Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung, Spannung eilt durch die Selbstinduktion in der Spule dem Strom voraus

Das bewirkt, dass ein Teil der Energie aus der Spule in die Spannungsquelle zurückfließt. Die gesamte, hin und her transportierte Leistung ist die Scheinleistung. Sie berechnet sich aus den Meßwerten von Strom und Spannung.

Die Spule selbst leistet weniger, nämlich nur die Wirkleistung. Sie ist um so kleiner, je größer der Phasenwinkel ist. Bei der idealen Spule ist dieser 90° groß und die Spule leistet gar nichts.

3.

geg.:	$U=110\text{ V}$ $P_m=450\text{ W}$ $I=5,3\text{ A}$	ges.:	P_S P_B P_W $\cos\varphi$ φ
Lösung:	<p>Die Wirkleistung beträgt 450 W. Das ist das, womit wirklich gearbeitet wird. Die Scheinleistung ist die Leistung, die sich aus der Messung der Spannung und der Stromstärke ergibt:</p> $P_S = U \cdot I$ $P_S = 110\text{ V} \cdot 5,3\text{ A}$ $P_S = 583\text{ W}$ <p>Diese Leistung ist größer als die Wirkleistung, da die Spule durch die Selbstinduktion eine Spannung erzeugt, die zusätzliche Leistung zurück zur Energiequelle fließen lässt.</p> <p>Der Leistungsfaktor ist das Verhältnis aus Wirk- und Scheinleistung. Je größer er ist, um so besser ist die Anlage. Er kann maximal 1 erreichen. Das erreicht man, wenn keine Phasenverschiebung auftritt, z.B. bei einem reinen ohmschen Widerstand (Glühlampe).</p> $\cos\rho = \frac{P_W}{P_S}$ $\cos\rho = 0,77$ $\rho = 39,5^\circ$ <p>Damit kann die Blindleistung berechnet werden. Das ist die Leistung, die zwischen Spule und Energiequelle transportiert wird, ohne etwas zu leisten (außer die Erwärmung der Leitung)</p> $P_B = P_S \cdot \sin\rho$ $P_B = 370,7\text{ W}$		
Antwort:	<p>Wirkleistung = 450 W Scheinleistung = 583 W Leistungsfaktor $\cos\varphi = 0,77$ Phasenwinkel $\varphi = 39,5^\circ$ Blindleistung = 370,7 W</p>		

4.

geg.:	$\cos \rho_1 = 0,75$ $\cos \rho_2 = 0,92$	ges.:	
Lösung:	<p>Die Zuleitung vom E-Werk zum Betrieb kann als ohmscher Widerstand aufgefasst werden. Über einem ohmschen Widerstand fällt immer eine Spannung ab. Da ein Strom fließt, wird in der Leitung etwas geleistet, der Draht wird warm. Das ist nicht erwünscht (wer möchte den Vögeln schon die Füße wärmen) und lässt sich nach</p> $P = U \cdot I$ <p>berechnen. Über die Spannung kann keine Aussage gemacht werden, es ist aber klar, dass der Widerstand der Zuleitung ungefähr konstant bleibt. Mit der Widerstandsdefinition</p> $R = \frac{U}{I}$ $U = R \cdot I$ <p>wird dann</p> $P = I_S^2 \cdot R$ <p>Der Strom, der in der Leitung fließt, ist der Scheinstrom, also der, der mit einem Messgerät gemessen werden kann. Da im Werk die Wirkleistung gleich bleiben soll, muss auch der Wirkstrom gleich bleiben. Zwischen beiden gilt:</p> $I_w = I_S \cdot \cos \rho$ <p>Damit wird aus der Leistung</p> $P = \frac{I_w^2 \cdot R}{(\cos \rho)^2}$ <p>Bezeichnet man den Zustand vor der Veränderung des Leistungsfaktors mit 1 und den Zustand danach mit 2, so ist das Verhältnis der beiden Leistungen gesucht.</p> $\frac{P_2}{P_1} = \frac{I_{w2}^2 \cdot R \cdot (\cos \rho_1)^2}{I_{w1}^2 \cdot R \cdot (\cos \rho_2)^2}$ $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{\cos \rho_1}{\cos \rho_2} \right)^2$ $\frac{P_2}{P_1} = 0,665$ <p>Die Wärmeverluste in der Leitung gehen also auf 2/3 zurück.</p>		
Antwort:	Die Verluste vermindern sich um 1/3.		