

Trigonometrische Berechnungen

Unterschiedliche Leistungsarten von Generatoren

Große Drehstrom-Synchrongeneratoren werden u.a. für die Bordnetzversorgung auf Schiffen, in Kraftwerken oder als Notstromanlagen eingesetzt.

Synchrongeneratoren sollen oft auch Blindleistung Q (Einheit kvar) bereitstellen können. Üblich ist hierbei ein Leistungsfaktor von $\cos(\varphi) = 0,8$.

Zur Verdeutlichung: Die Wirkleistung P (Einheit kW), die Blindleistung Q (Einheit kvar) und die Scheinleistung S (Einheit kVA) bilden ein rechtwinkliges Dreieck. Wirkleistung und Blindleistung sind hierbei die Katheten, die Scheinleistung bildet die Hypotenuse. Der Winkel φ wird von der Wirkleistung und der Scheinleistung eingeschlossen.

Hinweise zu den Einheiten: In der elektrischen Energietechnik werden nach DIN 1301-2 („Einheiten“) für die Scheinleistung VA und für die Blindleistung var benutzt. 1 Watt (W) = 1 Volt-Ampere (VA) = 1 Var (var); entsprechend kW = kVA = kvar.

Aufgabe:

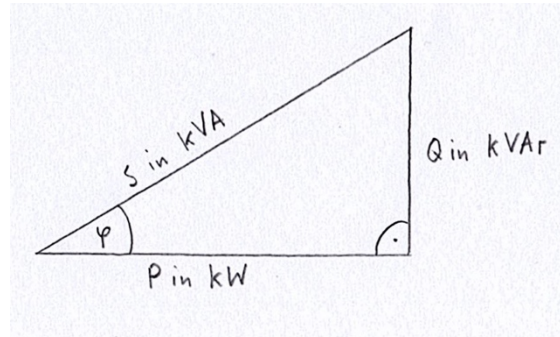
- Fertige eine Skizze des beschriebenen rechtwinkligen Dreiecks an. Achte auf eine vollständige Beschriftung mit Angabe der Einheiten.
- Wie groß ist der Winkel φ , wenn der Leistungsfaktor $\cos(\varphi) = 0,8$ beträgt?
- Wie groß sind die Wirkleistung P und die Blindleistung Q , wenn der Generator eine Scheinleistung von 100 kVA abgibt?

Erklärungen aus der Arbeitswelt

- Ein **Synchrongenerator** ist ein Drehstromgenerator, in dem der Rotor (Läufer) *synchron* mit dem Drehfeld des Stators läuft. Prinzipiell kann jeder Synchron-generator entweder als Motor oder als elektrischer Generator betrieben werden.
- Der **Drehstromgenerator** ist ein elektrischer Generator, der drei voneinander unabhängige Wechselspannungen in die um 120° versetzten Stränge seiner Ständerwicklung induziert. Die drei Stränge bilden ein verkettetes System.
- Elektrische **Blindleistung** ist im Allgemeinen unerwünscht; sie wird im Energieversorgungsnetz unter bestimmten Umständen aber bewusst bereitgestellt, z.B. weil sie für die Regelung der Spannung notwendig ist.
- Die elektrische **Wirkleistung** ist die „tatsächliche“ Leistung.
- Mit **Scheinleistung** bezeichnet man die Gesamtleistung, die in einem elektrischen Netz zur Verfügung gestellt wird. Blindleistung, Wirkleistung und Scheinleistung stehen immer im oben beschriebenen Verhältnis (rechtwinkliges Dreieck) zueinander.

Lösung

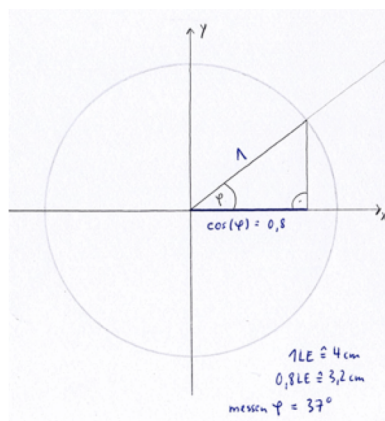
a)



b) $\cos(\varphi) = 0,8$

Die SuS kennen den Umkehrbefehl \sin^{-1} am Taschenrechner und erhalten als Lösung $\varphi = 36,87^\circ$.

Anschaulich kann die Lösung am Einheitskreis dargestellt werden. Dazu wird der Cosinus mit einer Länge von 0,8 Einheiten eingezeichnet und der Winkel φ mit dem Geodreieck gemessen:



c) Es gilt $\cos(\varphi) = P/S$ und $\sin(\varphi) = Q/S$.

Einsetzen der beiden Größen $\cos(\varphi) = 0,8$ und $S = 100 \text{ kVA} = 100 \text{ kW}$ liefert: $0,8 = P/100 \text{ kW}$. Lösen der Gleichung nach P liefert: **$P = 80 \text{ kW}$**

Einsetzen der Größen $\varphi = 36,87^\circ$ und $S = 100 \text{ kVA} = 100 \text{ kW}$ liefert: $\sin(36,87^\circ) = Q/100 \text{ kvar}$. Lösen der Gleichung nach Q liefert: **$Q = 60 \text{ kvar}$**

(Alternativ kann Q auch mithilfe des Satzes des Pythagoras berechnet werden: Es gilt $Q^2 + P^2 = S^2$. Einsetzen der Größen $P = 80 \text{ kW}$ und $S = 100 \text{ kVA}$; Lösen der Gleichung nach Q .)

Schlagworte zum Inhalt

Trigonometrie – Elektrotechnik – Generator – elektrische Leistung – Blindleistung