

**Lösungen zur schriftlichen Prüfung aus
VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik am 21.06.2017**

Hinweis: Bei den Berechnungen wurden alle Zwischenergebnisse in der technischen Notation¹ (Format ENG) dargestellt und auf drei Nachkommastellen gerundet. Für die weitere Rechnung wurde das gerundete Ergebnis verwendet.

Abhängig vom Rechenweg kann es aber dennoch zu leicht abweichenden Ergebnissen kommen!

1. 380-kV Einfachleitung

a. Wie groß ist der **Wellenwiderstand** der Leitung?

$$\underline{Z}_W = (239,5 - j13,697) \Omega = 239,891 \cdot e^{-j3,273^\circ} \Omega$$

b. Wie groß ist die **natürliche Leistung** der Leitung?

$$P_{\text{nat}} = 601,939 \text{ MW}$$

c. Berechnen den Strom am Ende der Leitung.

$$\underline{I}_{E(1)} = (911,606 - j151,934) \text{ A} = 924,180 \cdot e^{-j9,462^\circ} \text{ A}$$

d. Berechnen Sie die **Spannung** und **Strom** am **Anfang** der Leitung.

$$\begin{pmatrix} \underline{U}_{A(1)} \\ \underline{I}_{A(1)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (225,44 + j89,382) \text{ kV} \\ (834,514 + j244,733) \text{ A} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 242,51 \cdot e^{j21,628^\circ} \text{ kV} \\ 869,66 \cdot e^{j16,344^\circ} \text{ A} \end{pmatrix}$$

e. Berechnen Sie die **Leistung** am **Anfang** der Leitung.

$$\underline{S}_A = (630,014 + j58,259) \text{ MVA} = 632,701 \cdot e^{j5,283^\circ} \text{ MVA}$$

f. Berechnen Sie die **Übertragungsverluste**.

$$P_{\text{verluste}} = 30,0139 \text{ MW}$$

g. Berechnen Sie den **Wirkungsgrad** der Leistungsübertragung.

$$\eta = 95,236\%$$

h. Berechnen Sie den **Strom** am **Ende** der Leitung.

$$\underline{I}_{E(1)} = (913,06 + j52,218) \text{ A} = 914,55 \cdot e^{j3,273^\circ} \text{ A}$$

i. Wie hoch sind die Übertragungsverluste, wenn der **Wirkungsgrad** der Leistungsübertragung 96,5% beträgt?

$$P_{\text{verluste}} = 21,832 \text{ MW}$$

¹ http://de.wikipedia.org/wiki/Wissenschaftliche_Notation

2. Symmetrischer und unsymmetrischer Anschluss von Lasten

a. Der Ofen wird zwischen dem Leiter r und dem Neutralleiter n des Drehstromsystems angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung** S_1 , den **Leistungsfaktor** λ_1 und die **Blindleistung** Q_1 .

$$S_1 = 261,67 \text{ kVA}$$

$$\lambda_1 = 0,573$$

$$Q_1 = 214,411 \text{ kVar}$$

b. Der Ofen wird als symmetrischer Drehstromabnehmer angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung** S_2 , die **Blindleistung** Q_2 und den **Leistungsfaktor** λ_2 .

$$S_2 = 151,076 \text{ kVA}$$

$$\lambda_2 = 0,9928$$

$$Q_2 = 18 \text{ kVar}$$

c. Der Ofen wird zwischen den Leitern s und t des Drehstromsystems angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung** S_3 , den **Leistungsfaktor** λ_3 und die **Blindleistung** Q_3 .

$$S_3 = 213,206 \text{ kVA}$$

$$\lambda_3 = 0,702$$

$$Q_3 = 152,145 \text{ kVar}$$

d. Wählen Sie die **wirtschaftlichste Variante** aus und **begründen** Sie diese.

Der dreiphasige Anschluss ist am günstigsten, da in diesem Fall die geringste Blindleistung bezogen wird und damit die Leitungsströme am kleinsten sind (somit auch die Verluste geringer).

e. Welchen **Einfluss** hat ein Netztransformator Dy auf die Leistungsverhältnisse bei der Anschlussvariante **gem. unterer Abbildung**, wenn die Leistungsmessung auf der Mittelspannungsseite (Dreieck-Wicklung) durchgeführt wird?

Die einphasige Belastung auf der Unterspannungsseite wirkt auf der Oberspannungsseite wie eine zweiphasige Belastung zwischen R und S. Der Nullstrom wird auf der OS nicht erfasst, da er dort nicht auftritt. Nur Mit- und Gegensystem werden übertragen. ($I_{(1)} = -I_{(2)}$). Dadurch verringert sich die Anschluss(schein-)leistung und Blindleistungsbedarf des Ofens.

f. Könnte das **Niederspannungsnetz** nach Punkt a. **kompensiert** betrieben werden? Könnte das **Mittelspannungsnetz** nach Punkt e. **kompensiert** betrieben werden? Begründen Sie dies!

Wenn einphasige Lasten im Niederspannungsnetz angeschlossen werden sollen, muss mindestens ein Sternpunkt geerdet sein. Dann können aber keine Kompensationsspulen mehr in den Sternpunkt geschaltet werden → NEIN.

Weil die einphasigen Lasten im Niederspannungsnetz durch die Schaltgruppe Dy des Transformators in zweiphasige Lasten transferiert werden, muss im Mittelspannungsnetz der Sternpunkt nicht geerdet werden. Es kann deswegen ggf. kompensiert werden → JA.

3. Fragen Hochspannungstechnik

Siehe Skriptum