

**Lösungen zur schriftlichen Prüfung aus
VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik am 10.10.2016**

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. Netzeinspeisung

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

$$P_{nat} = 1,093 \text{ MW} \quad (1.1)$$

b. Wie groß ist die **maximal übertragbare Leistung** über die Leitung (Kippleistung)?

$$P_B = 30,33 \text{ MW} \quad (1.2)$$

c. Bestimmen Sie die **übertragene Wirkleistung** für den oben dargestellten Betriebsfall.

$$P_B = 17,40 \text{ MW} \quad (1.3)$$

d. Mittels eines Static VA Compensator (SVC) wird eine Serienspannung von $\underline{U}_{zu1} = 1 \text{ e}^{+j0} \text{ kV}$ in Punkt B eingespeist. Berechnen Sie nun die **übertragene Wirkleistung P_B** .

$$P_{B-SVC} = 18,90 \text{ MW} \quad (1.4)$$

e. Mittels eines Static Synchronous Series Compensator (SSSC) wird eine Spannung mit $\underline{U}_{zu2} = 1 \text{ e}^{-j20^\circ} \text{ kV}$ in Punkt B eingespeist. Bestimmen sie nun die **übertragene Wirkleistung P_B** .

$$P_{B-SSSC} = 19,55 \text{ MW} \quad (1.5)$$

f. **Welcher Kompensationseinrichtung** würden Sie den **Vorzug geben** (inkl. Begründung!).

Der Kompensation mittels SVC wäre allgemein der Vorzug zu geben, da in diesem Fall U_B größer wird und damit die Kippleistung größer und das System stabiler wird.

2. Symmetrischer und unsymmetrischer Anschluss von Lasten (33 Punkte)

a. **Scheinleistung S_1** , die **Blindleistung Q_1** und den **Leistungsfaktor λ_1** .

$$S_1 = 171,891 \text{ kVA} \quad (2.1)$$

$$\lambda_1 = 0,989 \quad (2.2)$$

$$Q_1 = 25,427 \text{ kVar} \quad (2.3)$$

b. Der Ofen wird zwischen den Leitern s und t des Drehstromsystems angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung S_2** , den **Leistungsfaktor λ_2** und die **Blindleistung Q_2** .

$$S_2 = 243,09 \text{ kW} \quad (2.4)$$

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

$$\lambda_2 = 0,699 \quad (2.5)$$

$$Q_2 = 173,761 \text{ kVar} \quad (2.6)$$

c. Der Ofen wird zwischen dem Leiter r und dem Neutralleiter n des Drehstromsystems angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung** S_3 , den **Leistungsfaktor** λ_3 und die **Blindleistung** Q_3 .

$$S_3 = 297,724 \text{ kW} \quad (2.7)$$

$$\lambda_3 = 0,571 \quad (2.8)$$

$$Q_3 = 244,416 \text{ kVar} \quad (2.9)$$

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 c. **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