

**Lösungen zur schriftlichen Prüfung aus  
VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik am 21.11.2017**

Hinweis: Bei den Berechnungen wurden alle Zwischenergebnisse in der technischen Notation<sup>1</sup> (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. Schutz eines Motors und einer Freileitung**

a. Wie groß ist die Kurzschlussleistung des Ersatznetzes?

$$S_k'' = 2,68 \text{ GVA}$$

b. Wie hoch ist der **größte Anlaufstrom** des Motors?

$$I_{an} = 0,502 \text{ kA}$$

c. Wie hoch ist der **kleinste dreipolige Kurzschlussstrom** im Netzknoten C ( $c = 1,0$ )?

$$I_{k3p}'' = 1,776 \text{ kA}$$

d. Wie hoch ist der **kleinste zweipolige Kurzschlussstrom** ohne Erdberührung im Netzknoten C?

$$I_{k2p}'' = 1,538 \text{ kA}$$

e. In welchem **Bereich** sollte sich die Einstellung einer **Überstromanregung** bewegen?

$$0,502 \text{ kA} < I_{ÜS-Einst.}$$

f. Wie groß ist der **Spannungseinbruch bei Motoranlauf** am Leitungsanfang bei höchster Netzspannung?

$$\frac{\Delta U}{U_{20}} = -9,9 \%$$

g. Wie groß ist der **kleinste Spannungseinbruch** am Leitungsanfang bei zweipoligem Kurzschluss (ohne Erdberührung) am Leitungsende ( $c = 1,0$ )?

$$\frac{\Delta U_1}{U_{20}} = -33,8 \%$$

h. In welchem Bereich darf sich die **Einstellung** der Anregungsspannung für eine **Unterimpedanzanregung** bewegen?

$$U_{Anr} < 18,02 \text{ kV}$$

<sup>1</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Wissenschaftliche\\_Notation](http://de.wikipedia.org/wiki/Wissenschaftliche_Notation)

## 2. Übertragbare Leistung

- a. Der Ofen wird zwischen dem Leiter r und dem Neutralleiter n des Drehstromsystems angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung S<sub>1</sub>**, den **Leistungsfaktor λ<sub>1</sub>** und die **Blindleistung Q<sub>1</sub>**.

$$S_1 = 271,47 \text{ kVA}$$

$$\lambda_1 = 0,571$$

$$Q_1 = 222,87 \text{ kVar}$$

- b. Der Ofen wird als symmetrischer Drehstromabnehmer angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung S<sub>2</sub>**, die **Blindleistung Q<sub>2</sub>** und den **Leistungsfaktor λ<sub>2</sub>**.

$$S_2 = 156,73 \text{ kVA}$$

$$\lambda_2 = 0,989$$

$$Q_2 = 23 \text{ kVar}$$

- c. Der Ofen wird zwischen den Leitern s und t des Drehstromsystems angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung S<sub>3</sub>**, den **Leistungsfaktor λ<sub>3</sub>** und die **Blindleistung Q<sub>3</sub>**.

$$S_3 = 271,47 \text{ kVA}$$

$$\lambda_3 = 0,57$$

$$Q_3 = 0,223 \text{ kVar}$$

- 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. Wann wird die Wirkleistung aus Punkt c. maximal?

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