

**Lösungen zur schriftlichen Prüfung aus
VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik am 21.01.2016**

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. Kurzschlussstrom (33 Punkte)

a. Bestimmen Sie den **Stoßfaktor κ** .

$$\kappa = 1.7 \quad (1.1)$$

b. Wie groß sind die **Faktoren m, n** ?

$$m = 0.3 \quad (1.2)$$

$$n = 0.9 \quad (1.3)$$

c. Wie groß ist der **thermische Kurzzeitstrom (100 ms)**?

$$I_{th} = 21.909 \text{ kA} \quad (1.4)$$

d. Welche **thermische Stromdichte (100 ms)** ergibt sich?

$$S_{th} = 0.626 \frac{\text{kA}}{\text{m m}^2} \quad (1.5)$$

e. Würde das verwendete Kabel diesen Kurzschluss **ohne Schaden überstehen**?

$$S_{thzul} = 0.557 \frac{\text{kA}}{\text{m m}^2} \quad (1.6)$$

Nein, das Kabel würde Schaden davontragen, da die auftretende Kurzzeitstromdichte die zulässige Kurzzeitstromdichte überschreitet.

f. Was wäre, wenn der Kurzschluss bereits nach **50 ms** abgeschaltet wird?
Ist in diesem Fall das Kabel **thermisch überlastet**?

$$m = 0.6 \quad (1.7)$$

$$n = 0.95 \quad (1.8)$$

$$I_{th} = 24.9 \text{ kA} \quad (1.9)$$

$$S_{th} = 0.711 \frac{\text{kA}}{\text{m m}^2} \quad (1.10)$$

$$S_{thzul} = 0.787 \frac{\text{kA}}{\text{m m}^2} \quad (1.11)$$

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

Nein, in diesem Fall würde das Kabel nicht thermisch überlastet werden. Die zulässige Kurzzeitstromdichte ist höher als die auftretende Kurzzeitstromdichte.

g. Wie groß muss der **Kabelquerschnitt** mindesten sein, damit das Kabel bei einer Abschaltzeit von 100 ms **nicht thermisch überlastet** wird?

$$A = 39.365 \text{ mm}^2$$

(1.12)

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

h. 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** .

$$S_1 = 261.672 \text{ kVA} \quad (1.13)$$

$$Q_1 = 214.411 \text{ kVAr} \quad (1.14)$$

$$\lambda_1 = 0.573 \quad (1.15)$$

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

$$S_2 = 151.6076 \text{ kVA} \quad (1.16)$$

$$Q_2 = 18 \text{ kVAr} \quad (1.17)$$

$$\lambda_2 = 0.993 \quad (1.18)$$

j. 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** .

$$S_3 = 213.654 \text{ kVA} \quad (1.19)$$

$$Q_3 = 152.145 \text{ kVAr} \quad (1.20)$$

$$\lambda_3 = 0.702 \quad (1.21)$$

k. 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).

l. 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.

m. Könnte das **Niederspannungsnetz** nach Punkt c. **kompensiert** betrieben werden? Könnte das **Mittelspannungsnetz** nach Punkt c. **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