

**Lösungen zur schriftlichen Prüfung aus
VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik am 05.03.2014**

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. Symmetrischer und unsymmetrischer Anschluss von Lasten

a. Der Ofen wird als symmetrischer Drehstromabnehmer angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung S_1** , die **Blindleistung Q_1** und den **Leistungsfaktor λ_1** .

$$S_1 = 171,891 \text{ kVA} \quad (1.1)$$

$$\lambda_1 = \cos(\varphi) = 0,989 \quad (1.2)$$

$$Q_1 = 25,427 \text{ kVar} \quad (1.3)$$

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** .

$$S_2 = 243,09 \text{ kW} \quad (1.4)$$

$$\lambda_2 = 0,699 \quad (1.5)$$

$$Q_2 = 173,761 \text{ kVar} \quad (1.6)$$

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** .

$$S_3 = 297,724 \text{ kW} \quad (1.7)$$

$$\lambda_2 = 0,571 \quad (1.8)$$

$$Q_3 = 244,416 \text{ kVar} \quad (1.9)$$

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).

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

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.

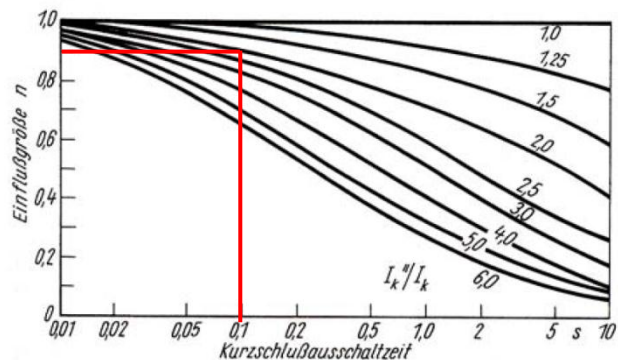
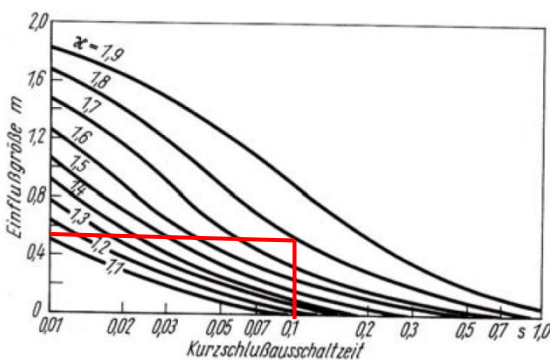
Weil die einphasigen Lasten im Niederspannungsnetz durch die Schaltgruppe Dy des Transformators in zweiphasige Lasten transferiert werden, muss im Mittelspannungsnetz der Sternpunkt nicht geerdet werden. Es kann deswegen ggf. kompensiert werden → JA.

2. Kurzschlussstrom

a. Bestimmen sie den Stoßfaktor κ .

$$\kappa = 1,8 \tag{2.1}$$

b. Wie groß sind die **Faktoren m, n**? Entnehmen Sie die Werte den unteren Abbildungen **UND zeichnen** Sie in den Abbildungen ein, wo Sie die Werte abgelesen haben.



Die Faktoren m und n ergeben sich aus den Schnittpunkten zwischen der Kurzschlusszeit und dem Stoßfaktor (m) und zwischen der Kurzschlusszeit und dem Verhältnis des Abklingens vom Wechselstromglied (n).

$$m \approx 0,525$$

$$n \approx 0,9$$

c. Wie groß ist der **thermische Kurzzeitstrom** (0,1 s)?

$$I_{th} = 14,325 \text{ kA} \quad (2.2)$$

d. Welche **thermische Stromdichte** (0,1 s) ergibt sich?

$$S_{th} = 409,286 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} \quad (2.3)$$

e. Würde das verwendete Kabel diesen Kurzschluss **zerstörungsfrei überstehen** (mit Begründung)?

$$S_{th,zul} = 300,416 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} \quad (2.4)$$

Das Kabel würde diesen Kurzschluss nicht zerstörungsfrei überstehen, da es für die Dauer des Kurzschlusses deutlich über der zulässigen Kurzzeitstromdichte belastete wird.

f. Wie groß muss der **Kabelquerschnitt** mindesten sein, damit das Kabel gerade **nicht thermisch überlastet** wird?

$$A_{\min} = 47,684 \text{ mm}^2 \quad (2.5)$$

3. Fragen Hochspannungstechnik

Siehe Skriptum