

**Lösungen zur schriftlichen Prüfung aus
VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik am 23.11.2016**

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. Schutz eines Motors und einer Freileitung

a. Wie groß sind die **Impedanzwerte \underline{Z} der Betriebsmittel** (Netz, Transformator, Leitung) und die **Anlaufimpedanz des Asynchronmotors?**

$$Z_Q = (0,02 + j \cdot 0,199)\Omega$$

$$Z_T = (0,074 + j \cdot 2,888)\Omega$$

$$Z_L = (2 + j \cdot 3,5)\Omega$$

$$Z_M = (1,733 + j \cdot 14,442)\Omega$$

b. Wie hoch ist der **größte Anlaufstrom des Motors** bei einer Spannung an Sammelschiene C von 110% U_N ?

$$|I_{an}| = 594,256 \text{ A}$$

c. Wie hoch ist der **kleinste dreipolige Kurzschlussstrom** im Netzknoten C?

$$|I''_{k3p}| = 1671 \text{ A}$$

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

$$|I''_{k2p}| = 1447 \text{ A}$$

e. Ist die **Überstromanregung** anwendbar? Wenn ja: In welchem **Bereich** sollte sich die Einstellung einer **Überstromanregung** bewegen?

$$\text{Ja, } |I_{An}| \ll |I''_{k2p}|$$

f. Auf welchen minimalen Wert bricht die Spannung am Leitungsanfang bei Motoranlauf ein?

$$\frac{\Delta U_2}{U_{20}} = -14,4\%$$

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

g. Wie groß ist der **kleinster Spannungseinbruch** am Leitungsanfang bei **zweipoligem Kurzschluss** (ohne Erdberührung) am Leitungsende?

$$\frac{\Delta U_2}{U_{20}} = -41,68\%$$

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

$$U_{\text{Anregung,UI}} < 17,11 \text{ kV}$$

2. 380-kV Einfachleitung (33 Punkte)a. Wie groß ist der **Wellenwiderstand** der Leitung?

$$\underline{Z}_W = (223,981 - j \cdot 12,435) \Omega$$

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

$$P_{nat} = 643,706 \text{ MW}$$

c. Berechnen den **Strom am Ende** der Leitung.

$$\underline{I}_{E(1)} = 1095,614 \cdot e^{-j \cdot 33,69^\circ} \text{ A}$$

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

$$\begin{pmatrix} \underline{U}_{A(1)} \\ \underline{I}_{A(1)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (265,965 + j \cdot 83,112) \text{ kV} \\ (829,851 - j \cdot 120,448) \text{ A} \end{pmatrix}$$

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

$$\underline{S}_A = (632,102 + j \cdot 302,017) \text{ MVA}$$

f. Berechnen Sie die **Übertragungsverluste**.

$$P_{verluste} = 32,102 \text{ MW}$$

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

$$\eta = 94,921\%$$

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

$$\underline{I}_{E(1)} = (976,507 + j \cdot 54,214) \text{ A}$$

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

$$P_{verluste} = 26,821 \text{ MW}$$

3. Fragen Hochspannungstechnik

Siehe Skriptum