

**Lösungen zur schriftlichen Prüfung aus  
VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik am 29.04.2014**

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. 380-kV Einfachleitung

a. Wie groß ist der **Wellenwiderstand** der Leitung?

$$\underline{Z}_W = (223,981 - j \cdot 12,435) \Omega \quad (1.1)$$

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

$$P_{nat} = 643,706 \text{ MW} \quad (1.2)$$

c. Berechnen den Strom am Ende der Leitung.

$$\underline{I}_{E(1)} = (911,606 - j \cdot 607,737) \text{ A} = 1095,614 \cdot e^{-j \cdot 33,69^\circ} \text{ A} \quad (1.3)$$

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

$$\begin{pmatrix} \underline{U}_{A(1)} \\ \underline{I}_{A(1)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (266,057 + j \cdot 83,035) \text{ kV} \\ (829,374 - j \cdot 120,449) \text{ A} \end{pmatrix} \quad (1.4)$$

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

$$\underline{S}_A = (631,977 + j \cdot 302,740) \text{ MVA} \quad (1.5)$$

f. Berechnen Sie die **Übertragungsverluste**.

$$P_{verluste} = 31,977 \text{ MW} \quad (1.6)$$

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

$$\eta = 94,94\% \quad (1.7)$$

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

$$\underline{I}_{E(1)} = (976,506 + j \cdot 54,214) \text{ A} \quad (1.8)$$

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

Im Unterpunkt b) wurde die natürliche Leistung der Leitung berechnet. In diesem Betriebsfall entspricht die Leistung am Ende der Leitung der natürlichen Leistung. Die Leistung am

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

Anfang der Leitung wird entsprechend dem Wirkungsgrad der Wirkleistungsübertragung berechnet, dementsprechend werden die Verluste wie folgt ermittelt:

$$P_{\text{verluste}} = 26,821 \text{ MW} \quad (1.9)$$

## 2. Schutz eines Motors und einer Freileitung

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

$$I_{\text{an}} = 0,677 \text{ kA} \quad (2.1)$$

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

$$I''_{k3p} = 1,034 \text{ kA} \quad (2.2)$$

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

$$0,677 \text{ kA} < I_{\text{ÜS-Einst.}} < 1,034 \text{ kA} \quad (2.3)$$

d. Wie groß ist der **kleinste Spannungseinbruch** am Leitungsanfang bei Kurzschluss am Leitungsende (Sicherheitsfaktor  $c = 1,0$ )?

$$\frac{\Delta U_2}{U_{20}} = -11,529 \% \quad (2.4)$$

e. Wie groß ist der **Spannungseinbruch bei Motoranlauf** am Leitungsanfang bei höchster Netzspannung (Sicherheitsfaktor  $c = 1,1$ )?

$$\frac{\Delta U_2}{U_{20}} = -6,866 \% \quad (2.5)$$

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

$$-11,529 \% < I_{\text{UJ-Einst.}} < -6,866 \% \quad (2.6)$$

## 3. Fragen Hochspannungstechnik

Siehe Skriptum