

Schriftl. Prüfung aus VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik am 29.04.2014

Name/Vorname: _____/_____ Matr.-Nr./Knz.: _____/_____

1. 380-kV Einfachleitung (33 Punkte)

Gegeben ist ein 380kV-Drehstromfreileitungssystem in einem 50Hz-Netz der Länge 450 km mit folgenden Parametern:

$$R_b' = 0,025 \frac{\Omega}{\text{km}}; L_b' = 0,7 \frac{\text{mH}}{\text{km}}; G_b' = 0,01 \frac{\mu\text{S}}{\text{km}}; C_b' = 14 \frac{\text{nF}}{\text{km}}$$

- a. (3) Wie groß ist der **Wellenwiderstand** der Leitung ?
- b. (3) Wie groß ist die **natürliche Leistung** der Leitung?

Die Leitung wird mit einer Last $S = (600 + j400)$ MVA unter Nennspannung belastet (d.h. die Spannung am Leitungsende entspricht der Nennspannung).

Hinweis: Verwenden Sie für die folgenden Unterpunkte:

$$\cosh(\gamma l) = (0,904 + j0,0107)$$

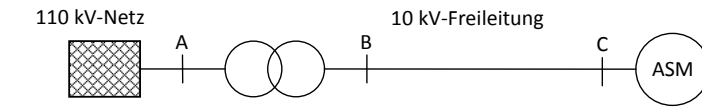
$$\sinh(\gamma l) = (0,023 + j0,428)$$

- c. (3) Berechnen den **Strom** am **Ende** der Leitung.
- d. (6) Berechnen Sie die **Spannung** und **Strom** am **Anfang** der Leitung.
- e. (3) Berechnen Sie die **Leistung** am **Anfang** der Leitung.
- f. (3) Berechnen Sie die **Übertragungsverluste**.
- g. (3) Berechnen Sie den **Wirkungsgrad** der Leistungsübertragung.

Die Leitung wird mit ihrer natürlichen Leistung unter Nennspannung belastet.

- h. (3) Berechnen Sie den **Strom** am **Ende** der Leitung.
- i. (6) Wie hoch sind die Übertragungsverluste, wenn der **Wirkungsgrad** der Leistungsübertragung 96% beträgt?

2. Schutz eines Motors und einer Freileitung (33 Punkte)



110 kV-Netz	Transformator	10 kV-Freileitung	Asynchronmotor
$S_k'' = 2500$ MVA	$u_k = 12$ %	$R_L' = 0,23 \Omega/\text{km}$	$S_N'' = 5$ MVA
$c = 1,1$	$P_k = 70$ kW	$X_L' = 0,35 \Omega/\text{km}$	$I_A = 5$
$\frac{R_Q}{X_Q} = 0,1$	$S_N = 20$ MVA	$l_{BC} = 12$ km	$\frac{R_M}{X_M} = 0,1$

Ein Distanzschutz soll wahlweise für Überstromanregung oder für Unterimpedanzanregung ausgelegt und parametrisiert werden.

- a. (8) Wie hoch ist der **größte Anlaufstrom** des Motors?
Hinweis: nicht den Strom aus den Motordaten verwenden!
- b. (5) Wie hoch ist der **kleinste dreipolige Kurzschlussstrom** im Netzknoten C ($c = 1,0$)?
- c. (4) In welchem **Bereich** sollte sich die Einstellung einer **Überstromanregung** bewegen?
- d. (7) Wie groß ist der **kleinste Spannungseinbruch** am Leitungsanfang bei Kurzschluss am Leitungsende (Sicherheitsfaktor $c = 1,0$)?
- e. (5) Wie groß ist der **Spannungseinbruch bei Motoranlauf** am Leitungsanfang bei höchster Netzspannung?
- j. (4) In welchem Bereich darf sich die **Einstellung** der Anregungsspannung für eine **Unterimpedanzanregung** bewegen?

EÜHS - 2014

3. Fragen Hochspannungstechnik (34 Punkte)

- a. (3) Wie lauten die fünf Sicherheitsregeln der Hochspannungstechnik?
- b. (5) Geben Sie den Zusammenhang der elektrischen Feldgrößen D und E an Grenzflächen an, die parallel zu den Feldlinien stehen, wenn der eine Halbraum aus Luft und der andere aus einem Dielektrikum mit $\epsilon_r = 3$ besteht.
- c. (5) Eine Kugelelektrode einer Hochspannungsanlage mit einer maximalen Betriebsspannung von $U_m = 1.100 \text{ kV}$ soll dimensioniert werden. Wie groß ist der Radius der Kugel zu wählen, damit die Feldstärke an der Oberfläche unter 15 kV/cm bleibt? Bei welcher Feldstärke ist in Luft mit einem Durchbruch zu rechnen?
- d. (3) Geben Sie den Zusammenhang zwischen kinetischer Energie, Temperatur und Geschwindigkeit von Teilchen in einem idealen Gas an.
- e. (6) Erläutern Sie das Verhalten von Gasisolierungen bei mittleren Beanspruchungszeiten (Skizze der Stoßkennlinie) durch Schaltstoßspannung. Wie ist der Verlauf der Durchschlagsspannung über der Beanspruchungszeit bei großen Schlagweiten?
- f. (6) Wie kann man den Verlustfaktor eines Isolierstoffes bei Hochspannung messen (Schering-Brücke darstellen und erläutern)?
- g. (6) Eine Wechsellspannungskaskade für $1,0 \text{ MV}$ ist mit einer Gesamtkapazität von 400 pF belastet. Wie groß ist die Blindleistung, die von ihr aufgebracht werden muss?