

**Schriftliche Prüfung aus VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik  
am 08.03.2017**

Name/Vorname: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ Matr.-Nr./Knz.: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

**1. 380kV-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  $\underline{S} = (600 + j400)$  MVA unter Nennspannung belastet (d.h. die Spannung am Leitungsende entspricht der Nennspannung).

Hinweis: Verwenden Sie für die folgenden Unterpunkte:

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

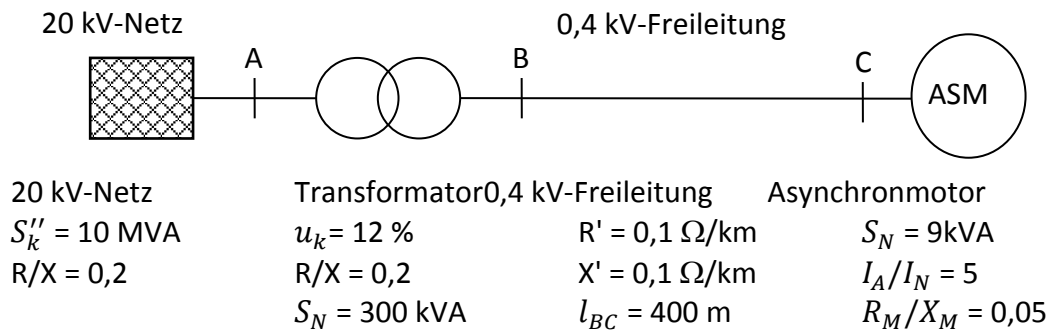
$$\sinh(\gamma l) = (0,023 + j0,428)$$

- 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. Netzeinspeisung (33 Punkte)



*Hinweis:* Die angegebene Netzkurzschlussleistung  $S_k''$  ist mit einem Sicherheitsfaktor  $c = 1,1$  berechnet worden.

Für die angegebene Netzkonstellation sind folgende Größen zu bestimmen:

- a. (12) Wie groß sind im Netzknoten C
  - (i) die Netzimpedanz,
  - (ii) der Netzwinkel und
  - (iii) die Netz-Kurzschlussleistung,
- b. (8) Bestimmen Sie die schaltbedingte Spannungsänderung im Netzknoten C bei einschalten des Motors (ASM).
- c. (5) Die 0,4 kV-Freileitung wird verstärkt. Dadurch reduzieren sich die Beträge der Impedanzbeläge (sowohl R als auch X) zwischen dem Netzknoten B und C auf jeweils die Hälfte. Wie groß ist nun die schaltbedingte Spannungsänderung im Netzknoten C?

## 3. Fragen Hochspannungstechnik (34 Punkte)

- a. (3) Wie lauten die fünf Sicherheitsregeln der Hochspannungstechnik?
- b. (4) Geben Sie den Zusammenhang der elektrischen Feldgrößen  $D$  und  $E$  an Grenzflächen an, die senkrecht zu den Feldlinien stehen, wenn der eine Halbraum aus Luft und der andere aus einem Dielektrikum mit  $\epsilon_r = 6$  besteht.
- c. In einer Hochspannungshalle soll eine Wechselspannungsanlage für eine maximale Betriebsspannung von  $U_m = 800$  kV aufgestellt werden.
  - i. (4) Wie groß ist der Radius der Kugel der Hochspannungselektrode mindestens zu wählen?
  - ii. (4) Wie groß ist der Abstand zur Wand mindestens zu wählen?
- d. (4) Erklären Sie den Polaritätseffekt bei stark inhomogenen Elektrodenanordnungen. Wann ist eine Elektrodenanordnung stark inhomogen? Bei welcher Polarität einer Spitze-Platte-Anordnung tritt ein Durchschlag bei Wechselspannungsbeanspruchung bevorzugt auf?
- e. (4) Welchen Einfluss haben Feuchte und Temperatur auf die Durchschlagfeldstärke in Transformatorölen?
- f. (5) Skizzieren Sie die Wicklungsschaltung einer dreistufigen Wechselspannungskaskade. Wie sind jeweils die Leistungen der einzelnen Erregerwicklungen und Hauptwicklungen, wenn die Anlage insgesamt  $3 \cdot P$  aufnimmt?
- g. (6) In einer Hochspannungsdurchführung soll eine zylindrische Schichtung zur Feldsteuerung angebracht werden (Innenradius  $R_1$ , Außenradius  $R_2$ ). Es soll ein Dielektrikum mit konstanter Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  verwendet werden. Wie muss die Schichtung ausgeführt werden, damit über den Radius die Feldstärke gleichmäßiger wird?