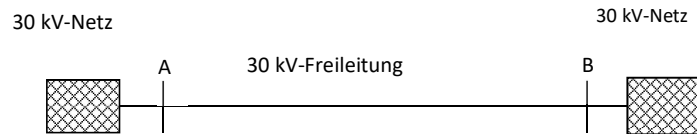


Schriftliche Prüfung aus VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik
am 09.10.2018

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

1. Netzeinspeisung (33 Punkte)

Zwei benachbarte Netze sind über eine Freileitung miteinander verbunden. Die \underline{U}_A wird durch einen Spannungsregler konstant gehalten, alle Winkel werden auf \underline{U}_B bezogen. Das Netz wird auf 115% U_n betrieben.



$\underline{U}_A = 20 e^{+j35^\circ} \text{ kV}$

30 kV-Freileitung
 $R' = 0,12 \text{ } \Omega/\text{km}$
 $L' = 1,30 \text{ mH/km}$
 $G' = 40 \text{ nS/km}$
 $C' = 9,4 \text{ nF/km}$
 $l_{AB} = 35 \text{ km}$

$\underline{U}_B = 20 \text{ kV}$

a. (6) Wie groß ist die **natürliche Leistung** der Leitung?

Hinweis: Für die weiteren Berechnungen werden die ohmschen Anteile, die Querkapazitäten und Querleitwerte vernachlässigt.

- b. (5) Wie groß ist die **maximal übertragbare Leistung** über die Leitung (Kippleistung)?
- c. (5) Bestimmen Sie die **übertragene Wirkleistung** für den oben dargestellten Betriebsfall.
- d. (5) Mittels kombinierter FACTS-Regler wird eine Serienspannung von $\underline{U}_{zu1} = 1 e^{+j0^\circ} \text{ kV}$ in Punkt B eingespeist. Berechnen Sie nun die **übertragene Wirkleistung P_B** .
- e. (7) Mittels eines Static Synchronous Series Compensator (SSSC) wird eine Spannung mit $\underline{U}_{zu2} = 1 e^{-j20^\circ} \text{ kV}$ in Punkt B eingespeist. Bestimmen sie nun die **übertragene Wirkleistung P_B** .
- f. (5) Auf der Freileitung tritt nun ein Fehler auf, welcher nach kurzer Zeit geklärt wird. **Welche der beiden Kompensationen (Punkt d und e)** gewährleistet eher ein stabiles Verhalten nach Fehlerklärung (inkl. Begründung)?

2. Symmetrischer u unsymmetrischer Anschluss von Lasten (33 Punkte)

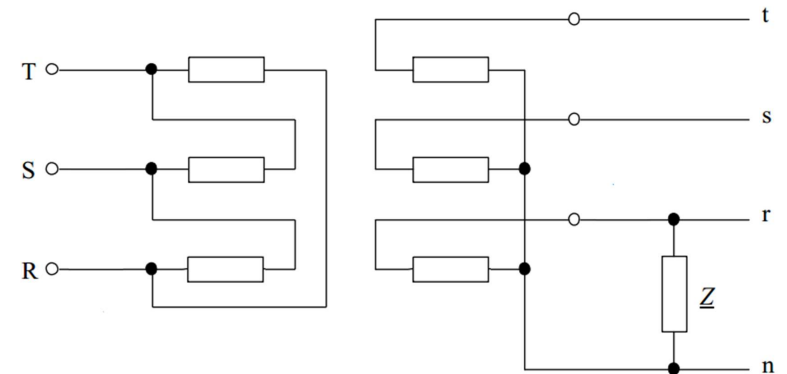
Ein Widerstandsofen soll an ein Energieversorgungsnetz angeschlossen werden und hat folgende Daten:

Nenn-Wirkleistung $P = 200 \text{ kW}$

Ohm'sch induktive Heizelemente mit $X = \omega L = 0,2 \cdot R$

Das speisende Energieversorgungsnetz wird als ideal und starr angenommen (d.h. Leerlaufspannungen am Anschlusspunkt bilden ein Mitsystem und der Innenwiderstand des Netzes ist unendlich klein.)

- a. (6) Der Ofen wird zwischen dem Leiter r und dem Neutraleiter n des Drehstromsystems angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung S_1** , den **Leistungsfaktor λ_1** und die **Blindleistung Q_1** .
- b. (6) Der Ofen wird als symmetrischer Drehstromabnehmer angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung S_2** , die **Blindleistung Q_2** und den **Leistungsfaktor λ_2** .
- c. (6) Der Ofen wird zwischen den Leitern s und t des Drehstromsystems angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung S_3** , den **Leistungsfaktor λ_3** und die **Blindleistung Q_3** .
- d. (3) Wählen Sie die **wirtschaftlichste Variante** aus und **begründen** Sie diese.
- e. (6) 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?



f. (6) Könnte das Niederspannungsnetz nach Punkt c. **kompensiert** betrieben werden? Könnte das **Mittelspannungsnetz** nach Punkt e. **kompensiert** betrieben werden? Begründen Sie dies!

EUHS – 10/2018

3. Fragen Hochspannungstechnik (34 Punkte)

- a. (3) Wie lauten die fünf Sicherheitsregeln der Hochspannungstechnik?
- b. In einer Hochspannungshalle soll eine Wechsellspannungsanlage für eine maximale Betriebsspannung von $U_m = 600 \text{ kV}$ (Effektivwert) aufgestellt werden ($E_{\max} = 20 \text{ kV/cm}$).
 - 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?
- c. (4) Erläutern Sie das Paschen-Gesetz für Luft und SF6 (Formel, grafisch und verbal).
- d. Welchen Einfluss hat der Wassergehalt auf die Isolierfestigkeit von Transformatorölen?
 - i. (4) Wie hängt der Verlustfaktor $\tan\delta$ vom Wassergehalt und der Feldstärke ab (Skizze)?
 - ii. (4) Was ist bei der Inbetriebnahme von alten Transformatoren zu beachten?
- e. (5) Welche genormten Prüfspannungen für Hochspannungsisolierungen gibt es und wie unterscheiden sich diese?
- f. (6) In einem Prüffeld soll die 50%-Stoßdurchschlagsfestigkeit eines Isolators ermittelt werden. Wie kann dies durch Versuche mit Spannungssteigerung und Auswertung mit dem Wahrscheinlichkeitsnetz erfolgen (Skizze und Erläuterung)?