

Schriftl. Prüfung aus VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik am 05.03.2014

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

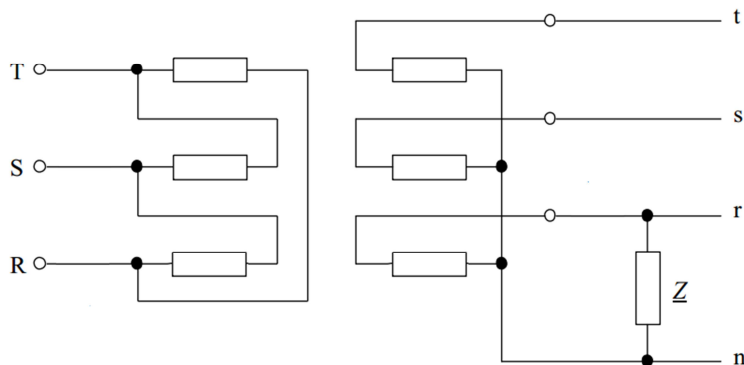
1. Symmetrischer und unsymmetrischer Anschluss von Lasten (33 Punkte)

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

- Nenn-Wirkleistung  $P = 170 \text{ kW}$
- Ohm'sch induktive Heizelemente mit  $X = \omega L = 0,15 \cdot R$

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 als symmetrischer Drehstromabnehmer angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung  $S_1$** , die **Blindleistung  $Q_1$**  und den **Leistungsfaktor  $\lambda_1$** .
- b. (6) Der Ofen wird zwischen den Leitern s und t des Drehstromsystems angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung  $S_2$** , den **Leistungsfaktor  $\lambda_2$**  und die **Blindleistung  $Q_2$** .
- c. (6) Der Ofen wird zwischen dem Leiter r und dem Neutralleiter n des Drehstromsystems angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung  $S_3$** , den **Leistungsfaktor  $\lambda_3$**  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 c. **kompensiert** betrieben werden? Begründen Sie dies!

2. Kurzschlussstrom (33 Punkte)

In einem Verteilnetz kann ein dreipoliger Kurzschlusswechselstrom von bis zu  $I''_{k3p} = 12 \text{ kA}$  fließen. Die Impedanz der Fehlerschleife ist  $R = 0,07 \Omega$ ,  $X = 1 \Omega$ .

Der Kurzschluss wird innerhalb von 0,1s abgeschaltet. Der Kurzschlusswechselstrom klingt innerhalb von 1 Sekunde auf 50% seines Anfangswertes ab ( $I_{k3p} = 0,5 I''_{k3p}$ ).

Das VPE-Kabel, über das der Kurzschlussstrom fließt hat einen Querschnitt von  $A = 35 \text{ mm}^2$  Al. Nehmen Sie für das VPE-Kabel mit Alu-Leiter eine thermische Nennstromdichte von  $S_{thr}(1s) = 95 \text{ A/mm}^2$

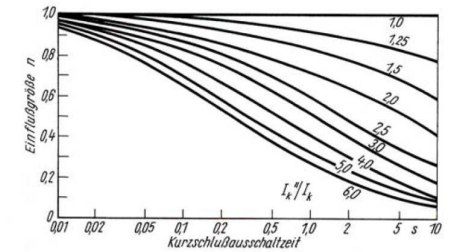
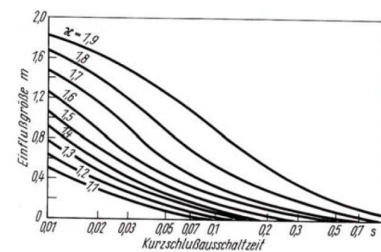
an.

- a. (4) Bestimmen Sie den **Stoßfaktor  $\kappa$** .

Hinweis:  $\kappa = 1 + e^{-\frac{R}{L}}$

Der Stoßfaktor beschreibt den Zusammenhang zwischen dem maximalen Stoßkurzschlussstrom und dem Anfangskurzschlusswechselstrom

- b. (6) Wie groß sind die **Faktoren m, n**? Entnehmen Sie die Werte den unteren Abbildungen **UND zeichnen** Sie in den Abbildungen ein, wo Sie die Werte abgelesen haben.



- c. (6) Wie groß ist der **thermische Kurzzeitstrom (0,1 s)**?
- d. (6) Welche **thermische Stromdichte (0,1 s)** ergibt sich?
- e. (6) Würde das verwendete Kabel diesen Kurzschluss **zerstörungsfrei überstehen** (mit Begründung)?
- f. (5) Wie groß muss der **Kabelquerschnitt** mindesten sein, damit das Kabel gerade **nicht thermisch überlastet** wird?

## EÜHS - 2014

### 3. Fragen Hochspannungstechnik (34 Punkte)

- a. (3) Wie lauten die fünf Sicherheitsregeln?
- b. (3) Wie ist der Ausnutzungsfaktor nach Schwaiger definiert, und welche Wertebereiche hat er im stark inhomogenen Feld?
- c. (6) In einer Hochspannungshalle soll eine Wechselspannungsanlage für eine maximale Betriebsspannung von  $U_m = 800 \text{ kV}$  aufgestellt werden.
  - i. Wie groß ist der Radius der Kugel der Hochspannungselektrode mindestens zu wählen?
  - ii. Wie groß ist der Abstand zur Wand mindestens zu wählen?
- d. (6) 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 Wechselspannungs-Beanspruchung bevorzugt auf?
- e. (4) Welche Durchschlagmechanismen gibt es in flüssigen Isolierstoffen?
- f. (6) Skizzieren und erläutern Sie die Kaskadenschaltung nach Marx zur Erzeugung hoher Stoßspannungen.
- g. (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)?