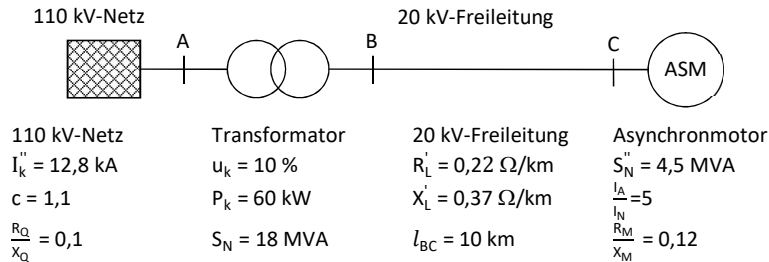


Schriftliche Prüfung aus VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik
am 21.11.2017

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

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



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

- (2) Wie groß ist die **Kurzschlussleistung** des Ersatznetzes?
- (9) Wie hoch ist der **größte Anlaufstrom** des Motors bei einer Spannung an Sammelschiene C von 105% U_N ?
Hinweis: nicht den Strom aus den Motordaten verwenden!
- (3) Wie hoch ist der **kleinste dreipolige Kurzschlussstrom** im Netzknoten C ($c = 1,0$)?
- (3) Wie hoch ist der **kleinste zweipolige Kurzschlussstrom ohne Erdberührung** im Netzknoten C ($c=1,0$)?
- (3) In welchem **Bereich** sollte sich die Einstellung einer **Überstromanregung** bewegen?
- (5) Wie groß ist der **Spannungseinbruch bei Motoranlauf** am Leitungsanfang bei höchster Netzspannung?
- (5) Wie groß ist der **kleinste Spannungseinbruch** am Leitungsanfang bei zweipoligem Kurzschluss (ohne Erdberührung) am Leitungsende ($c = 1,0$)?
- (3) In welchem Bereich darf sich die **Einstellung** der Anregungsspannung für eine **Unterimpedananzregung** bewegen?

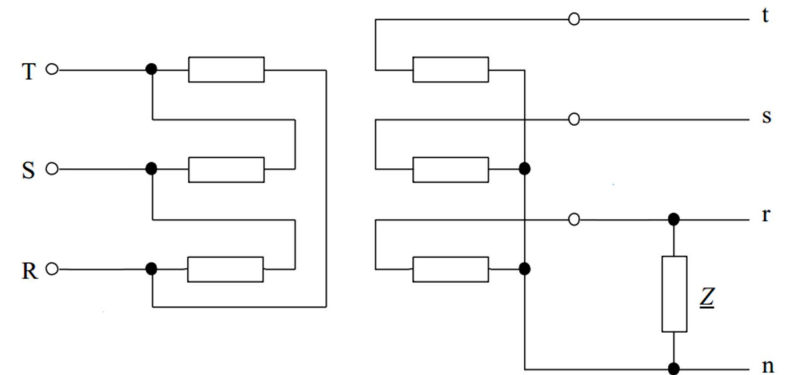
2. Symmetrischer und unsymmetrischer Anschluss von Lasten (33 Punkte)

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

Nenn-Wirkleistung $P = 155 \text{ kW}$
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.)

- (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** .
- (6) Der Ofen wird als symmetrischer Drehstromabnehmer angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung S_2** , die **Blindleistung Q_2** und den **Leistungsfaktor λ_2** .
- (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** .
- (3) Wählen Sie die **wirtschaftlichste Variante** aus und **begründen** Sie diese.
- (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?



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

3. Fragen Hochspannungstechnik (34 Punkte)

- a. (3) Wie lauten die fünf Sicherheitsregeln der Hochspannungstechnik?
- b. (3) Wie ist der Ausnutzungsfaktor nach Schwaiger definiert, und welche Wertebereiche hat er im stark inhomogenen Feld?
- c. An einem Kugelkondensator mit den Abmessungen $r_1=3$ cm, $r_2=7$ cm liegt eine Spannung von 33 kV. Er ist mit Luft isoliert.
 - i. (3) Wie groß ist die elektrische Feldstärke am Innenleiter?
 - ii. (2) Wie groß ist der Homogenitätsgrad (Ausnutzungsfaktor) nach Schwaiger?
 - iii. (4) Der Hohlraum des Kugelkondensators ist mit einem Dielektrikum $\epsilon_r = 3$ gefüllt. Am Innenleiter ist ein kleiner Luftspalt. Wie groß ist die Feldstärke in diesem Spalt?
 - iv. (4) Wie groß muss das Verhältnis der Radien sein, damit in einem Kugelkondensator am Innenleiter (ohne Luftspalt) die geringste Feldstärke auftritt?
- d. (4) Erläutern Sie das Paschen-Gesetz für Luft und SF₆ (Formel, grafisch und verbal).
- e. (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?
- f. (4) Welchen Einfluss haben Feuchte und Temperatur auf die Durchschlagfeldstärke in Transformatorölen?
- g. (3) Skizzieren und erläutern Sie die Kaskadenschaltung nach Greinacher zur Erzeugung hoher Gleichspannungen.