

Schriftl. Prüfung aus VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik am 11.11.2014

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

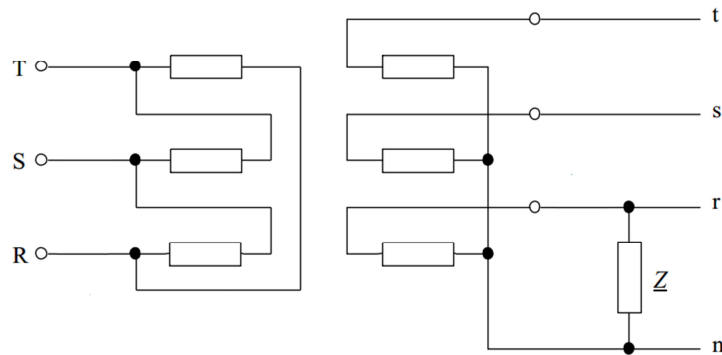
1. Symmetrischer und unsymmetrischer Anschluss von Lasten (33 Punkte)

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.)

- (6) Der Ofen wird als symmetrischer Drehstromabnehmer angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung S_1** , die **Blindleistung Q_1** und den **Leistungsfaktor λ_1** .
- (6) Der Ofen wird zwischen den Leitern s und t des Drehstromsystems angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung S_2** , den **Leistungsfaktor λ_2** und die **Blindleistung Q_2** .
- (6) Der Ofen wird zwischen dem Leiter r und dem Neutraleiter n 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 c. **kompensiert** betrieben werden? Könnte das **Mittelspannungsnetz** nach Punkt c. **kompensiert** betrieben werden? Begründen Sie dies!

2. Asynchrongenerator als Einspeiser (33 Punkte)

Ein Asynchrongenerator soll über ein Kabel in ein 400V-Niederspannungs-Netz mit einer Kurzschlussleistung von 5 MVA ($c = 1,1$) einspeisen, der Winkel des Netzes beträgt 88° .

Daten des Asynchrongenerators:

Nennbetrieb: $S_N = 40 \text{ kVA}$ $\cos(\varphi_N) = 0,85$
 Anlauf: $\frac{I_A}{I_N} = 5$ $\frac{P_M}{X_M} \Big|_{Anlauf} = 0,04$

Daten des Kabels:

$R'_L = 0,1 \text{ } \Omega/\text{km}$ $X'_L = 0,2 \text{ } \Omega/\text{km}$ $\ell_L = 600 \text{ m}$

- (8) Wie groß ist die **Kurzschlussleistung** und der **Netzwinkel** im Anschlusspunkt des Generators ($c = 1$)?

Für die nun folgenden Berechnungen sollen die **näherungsweise Abschätzungen** verwendet werden:

- (7) Wie hoch ist die **schaltbedingte Spannungsänderung** im Moment des Zuschaltens des Generators? Ist diese **zulässig**?
- (4) Wie hoch ist die stationäre Spannungsanhebung? Ist diese zulässig?
- (4) Durch einen Drehstromsteller kann der Anlaufstrom des Generators beschränkt werden. Welcher **Anlaufstrom** ist **maximal einzustellen**, damit die schaltbedingte Spannungsänderung innerhalb des zulässigen Bereichs bleibt?
- (4) Alternativ könnte auch das Anschlusskabel verstärkt werden. Wie hoch müsste die **Kurzschlussleistung** im Anschlusspunkt des Motors nach der Verstärkung sein, damit die schaltbedingte Spannungsänderung innerhalb des zulässigen Bereichs bleibt (die Netzwinkel bleiben unverändert)?
- (6) Welche **Parameter** ($R'_{L,neu}$ und $X'_{L,neu}$) müsste das verstärkte Kabel aufweisen, um die Kurzschlussleistung gem. Punkt e. zu erhalten (die Netzwinkel bleiben unverändert)?

EUHS - 2014

3. Fragen Hochspannungstechnik (34 Punkte)

- a. (3) Wie lauten die fünf Sicherheitsregeln bei Arbeiten in und an elektrischen Anlagen?
- b. (4) 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. (6) Erklären Sie den Ionisationskoeffizienten α und den Anlagerungskoeffizienten η . Wie ist der **effektive Ionisationskoeffizient** definiert und wie hängt er von der Feldstärke ab? Wie verhalten sich Luft und SF_6 im Vergleich?
- d. (4) Wie können innere und äußere Vorentladungen durch Teilentladungsmessung unterschieden werden? (Skizze der Messanordnung und grafische Darstellung der Impulse relativ zur angelegten Hochspannung).
- e. Einfluss 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?
- f. (3) Wie können hohe Wechselspannungen gemessen werden (Schaltungsskizze)?
- g. (6) In einer Hochspannungsdurchführung soll eine zylindrische Schichtung zur Feldsteuerung angebracht werden (Innenradius R_1 , Außenradius R_2). Es sollen Dielektrika mit variabler Dielektrizitätszahl ϵ_{ri} geschichtet werden. Wie muss die Dielektrizitätszahl in Abhängigkeit vom Radius verändert werden, damit über den Isolierbereich die Feldstärke gleichmäßiger wird?