

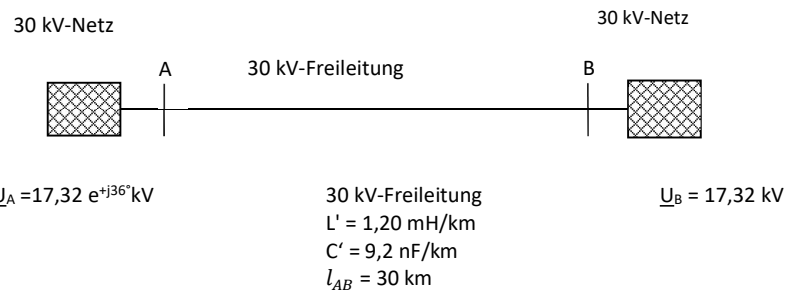
Schriftliche Prüfung aus VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik  
am 26.06.2019

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

Allgemeine Hinweise: **Kennzeichnen** Sie Ihre Ergebnisse eindeutig. Ergebnisse müssen aus **Zahlenwert** und **Einheit** bestehen und bei Wechselstromsystemen in **komplexer Form** (Komponenten- oder Polardarstellung) angegeben werden, wenn nicht anders gefragt ist.

**1. Netzeinspeisung; Kopplung zweier Netze (33 Punkte)**

Zwei benachbarte Netze sind über eine Freileitung miteinander verbunden. Die Spannung  $\underline{U}_A$  wird durch einen Spannungsregler konstant gehalten, alle Winkel sind auf  $\underline{U}_B$  bezogen.



Die Netze können als starre Netze betrachtet werden. Die ohmschen Anteile der Leitung werden vernachlässigt.

a. (4) Berechnen Sie die **Kippleistung**, die über die Leitung übertragen werden kann. Es soll für den in der obigen Abbildung dargestellten Betriebsfall ein Wirkleistungsfluss von 66,67 MW über die Leitung eingestellt werden. Dazu speist ein **Querregler** in Punkt B eine Zusatzspannung ein, wodurch sich ein Betrag der Gesamtspannung im Punkt B von  $|\underline{U}_{B,2}| = 104,67\%$  einstellt.

b. (4) Ermitteln Sie den **Betrag und Winkel der Zusatzspannung**. Zeichnen Sie weiters qualitativ richtig das **Spannungszeigerdiagramm** im Punkt B ( $U_B$ ,  $U_{Zusatz}$  und  $U_{B,2}$ ).

**Hinweis:** Die folgenden Punkte können unabhängig von den vorhergehenden gelöst werden! Ausgehend von Knoten A tritt nach 2km auf der Freileitung ein 2-poliger Kurzschluss zwischen den Phasen L1 und L2 ohne Erdberührung auf.

c. (4) Zeichnen Sie das **Ersatzschaltbild** des Mit- und Gegensystem für obigen Fehlerfall.  
d. (8) Geben Sie maßgebliche **Koppel-Admittanz**  $Y_{AB}$  des äquivalenten  $\pi$ -Vierpoles an.

**Hinweis:** Stern-Dreieck-Umwandlung:  $Y_{vy} = \frac{Y_v \cdot Y_y}{\sum Y}$

e. (4) Berechnen Sie die **Kippleistung** für diesen Fehlerfall. Es sei nun eine zweite, identische Leitung parallel zur vorhergehenden Leitung geschaltet. Eine der Leitungen weist wiederum den zweipoligen Kurzschluss ohne Erdberührung auf.

f. (5) Berechnen Sie die wirksame **Längsimpedanz** im Fehlerfall.  
g. (4) Berechnen Sie die **Kippleistung** für diesen Fehlerfall.

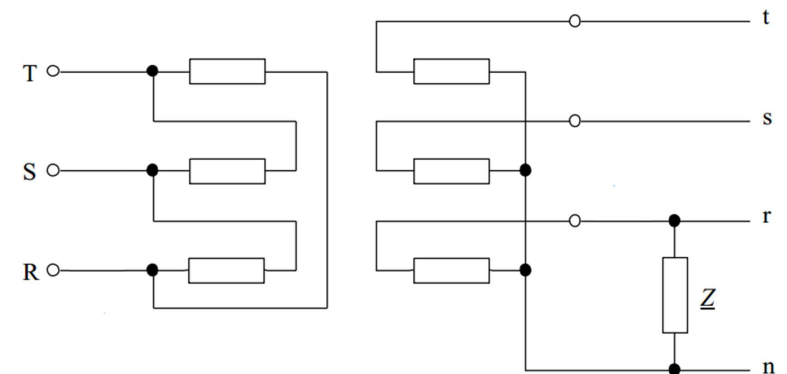
**2. Symmetrischer u unsymmetrischer Anschluss von Lasten (27 Punkte)**

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. (4) Der Ofen wird als symmetrischer Drehstromabnehmer angeschlossen. Ermitteln Sie die **Scheinleistung**  $S_1$ , die **Blindleistung**  $Q_1$  und den **Leistungsfaktor**  $\lambda_1$ .
- b. (4) 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. (4) 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!

3. Erweiterung einer Schaltanlage (6 Punkte)

Gegeben ist folgende Schaltanlage:

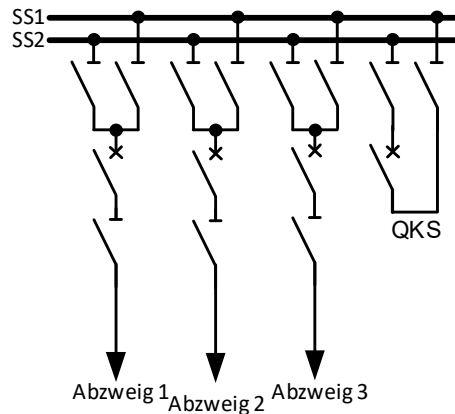


Abbildung 1

- a. (1) Um welche **Sammelschienenkonfiguration** handelt es sich in der Abbildung 1?
- b. (4) Die Schaltanlage soll mit **Überbrückungstrennschalter** erweitert werden. **Zeichnen** Sie in der Abbildung 2 die geänderte Schalterkonfiguration mit allen notwendigen Schaltern ein.

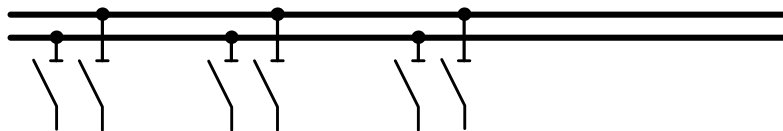


Abbildung 2

- c. (1) Welche Vorteile bringt die Erweiterung der Schaltanlage aus dem Punkt b)?

4. 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  $\epsilon_r = 4$  besteht.
- c. In einer Hochspannungshalle soll eine Wechselspannungsanlage für eine maximale Betriebsspannung von  $U_m = 700$  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) Geben Sie den Zusammenhang zwischen kinetischer Energie, Temperatur und Geschwindigkeit von Teilchen in einem idealen Gas an.
- e. (4) Was stellt der physikalische Volumeneffekt in festen Isolierstoffen dar (Skizze)?
- f. (6) Wie können innere und äußere Vorentladungen durch Teilentladungsmessung unterschieden werden? (Skizze der Messanordnung und grafische Darstellung der Impulse relativ zur angelegten Hochspannung).
- g. (5) Welche genormten Prüfspannungen werden für die Isolationskoordination verwendet, und welche davon werden bei Hochspannung und welche bei Höchstspannung bevorzugt eingesetzt und warum?