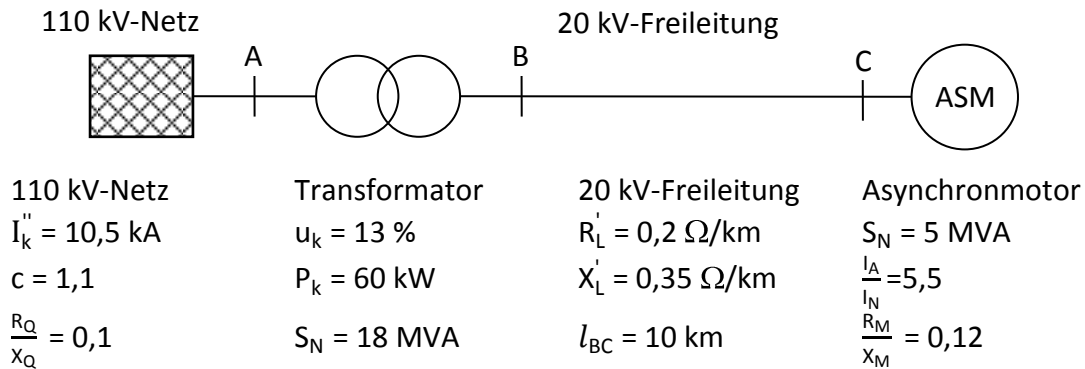


Schriftliche Prüfung aus VO Energieübertragung und Hochspannungstechnik
am 23.11.2016

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

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



Ein Distanzschutz soll wahlweise für Überstromanregung oder für Unterimpedanzanregung ausgelegt und parametrisiert werden. Der Sternpunkt der Sekundärwicklung des Transformators ist isoliert.

- a. (9) Wie groß sind die **Impedanzwerte Z der Betriebsmittel** (Netz, Transformator, Leitung) und die **Anlaufimpedanz des Asynchronmotors**?
- b. (3) Wie hoch ist der **größte Anlaufstrom des Motors** bei einer Spannung an Sammelschiene C von 110% U_N ?
- c. (3) Wie hoch ist der **kleinste dreipolige Kurzschlussstrom im Netzknoten C**?
- d. (3) Wie hoch ist der **kleinste zweipolige Kurzschlussstrom ohne Erdberührung im Netzknoten C**?
- e. (3) Ist die **Überstromanregung** anwendbar? Wenn ja: In welchem **Bereich** sollte sich die Einstellung einer **Überstromanregung** bewegen?
- f. (3) Auf welchem **minimalen Wert** bricht die **Spannung am Leitungsanfang bei Motoranlauf** ein?
- g. (6) Wie groß ist der **kleinste Spannungseinbruch am Leitungsanfang** bei **zweipoligem Kurzschluss** (ohne Erdberührung) am Leitungsende?
- h. (3) In welchem Bereich darf sich die Einstellung der Anregungsspannung für eine Unterimpedanzanregung bewegen?

2. 380kV-Einfachleitung (33 Punkte)

Gegeben ist ein 380kV-Drehstromfreileitungssystem in einem 50Hz-Netz der Länge 450 km mit folgenden Parametern:

$$R_b' = 0,025 \frac{\Omega}{\text{km}}; L_b' = 0,7 \frac{\text{mH}}{\text{km}}; G_b' = 0,01 \frac{\mu\text{S}}{\text{km}}; C_b' = 14 \frac{\text{nF}}{\text{km}}$$

- a. (3) Wie groß ist der **Wellenwiderstand** der Leitung ?
- b. (3) Wie groß ist die **natürliche Leistung** der Leitung?

Die Leitung wird mit einer Last $\underline{S} = (600 + j400)$ MVA unter Nennspannung belastet (d.h. die Spannung am Leitungsende entspricht der Nennspannung).

Hinweis: Verwenden Sie für die folgenden Unterpunkte:

$$\cosh(\gamma l) = (0,904 + j0,0107)$$

$$\sinh(\gamma l) = (0,023 + j0,428)$$

- c. (3) Berechnen den **Strom** am **Ende** der Leitung.
- d. (6) Berechnen Sie die **Spannung** und **Strom** am **Anfang** der Leitung.
- e. (3) Berechnen Sie die **Leistung** am **Anfang** der Leitung.
- f. (3) Berechnen Sie die **Übertragungsverluste**.
- g. (3) Berechnen Sie den **Wirkungsgrad** der Leistungsübertragung.

Die Leitung wird mit ihrer natürlichen Leistung unter Nennspannung belastet.

- h. (3) Berechnen Sie den **Strom** am **Ende** der Leitung.
- i. (6) Wie hoch sind die Übertragungsverluste, wenn der **Wirkungsgrad** der Leistungsübertragung 96% beträgt?

3. Fragen Hochspannungstechnik (34 Punkte)

- a. (3) Wie lauten die fünf Sicherheitsregeln der Hochspannungstechnik?
- b. An einem Zylinderkondensator mit den folgenden Abmessungen $r_1=1$ cm, $r_2=5$ cm liegt eine Spannung von 60 kV. Er ist mit Luft isoliert.
 - i. (3) Wie groß ist die elektrische Feldstärke an dem Innenleiter?
 - ii. (3) Bei welchem Verhältnis von r_2/r_1 ergibt sich die höchste Durchschlagspannung?
 - iii. (5) Der Zylinderkondensator soll als Durchführung verwendet werden. Hierzu werden vier koaxiale zylindrische Isolierkörper übereinander geschoben. Die Dielektrizitätskonstante der Isolierkörper ist verschieden. Wie sind die Dielektrizitätskonstanten der Zylinder 1, 2, 3 und 4 (von innen gezählt) zu wählen, damit die maximale Feldstärke an der Innenseite der koaxialen Zylinder jeweils gleich bleibt?
- c. (4) Wie können innere und äußere Vorentladungen durch Teilentladungsmessung unterschieden werden? (Skizze der Messanordnung und grafische Darstellung der Impulse relativ zur angelegten Hochspannung).
- d. (4) Welche Durchschlagsprozesse gibt es in festen Isolierstoffen und in welchen zeitlichen Beanspruchungsbereichen entstehen diese?
- e. (6) In einer Hochspannungsdurchführung soll eine zylindrische Schichtung zur Feldsteuerung angebracht werden (Innenradius R_1 , Außenradius R_2). Es soll ein Dielektrikum mit konstanter Dielektrizitätszahl ϵ_r verwendet werden. Wie muss die Schichtung ausgeführt werden, damit über den Radius die Feldstärke gleichmäßiger wird?
- 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)?