

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

1. 380-kV 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?

2. Kurzschlussstrom (33 Punkte)

In einem 50Hz-Mittelspannungs-Netz mit Nennspannung 20 kV ist von einem maximalen dreipoliger Kurzschlusswechselstrom von $I''_{k3p} = 23,356$ kA (@ $c = 1,1$) auszugehen. Die Impedanz der gesamten Fehlerschleife ist hierbei $R = 0,248 \Omega$, $X = 0,484 \Omega$.

Der Kurzschluss wird innerhalb von 200 ms abgeschaltet. Der Kurzschlusswechselstrom klingt innerhalb von einer Sekunde auf 25% seines Anfangswertes ab ($I_{k3p} = 0,25 I''_{k3p}$).

Das VPE-Kabel, über das der Kurzschlussstrom fließt, hat einen Querschnitt von $A = 35 \text{ mm}^2$. Nehmen Sie für das VPE-Kabel mit Kupferleitern eine Bemessungs-Kurzzeitstromdichte von

$$S_{\text{thr}}(1\text{s}) = 176 \text{ A/mm}^2$$

an.

- a. (3) Bestimmen Sie den **Stoßfaktor κ** .

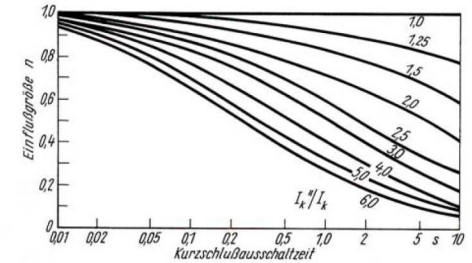
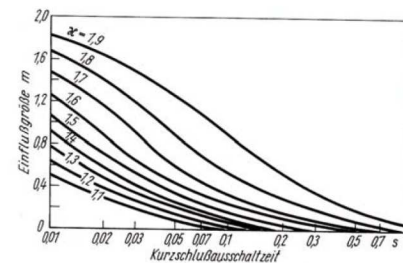
Hinweis: $\kappa = 1 + e^{-\frac{R}{L}}$

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

- b. (3) 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.

Hinweis: Der Faktor m kann auch den Wert 0 annehmen!



- c. (5) Wie groß ist der **thermische Kurzzeitstrom** (200 ms)?
- d. (5) Welche **thermische Stromdichte** (200 ms) ergibt sich?
- e. (5) Würde das verwendete Kabel diesen Kurzschluss **zerstörungsfrei überstehen**?
- f. (6) Was wäre, wenn der Kurzschluss bereits nach **50 ms** abgeschaltet wird? Ist in diesem Fall das Kabel **thermisch überlastet**?
- g. (6) Wie groß muss der **Kabelquerschnitt** mindesten sein, damit das Kabel bei einer Abschaltzeit von 200 ms **nicht thermisch überlastet** wird?

EUHS - 2014

3. Fragen Hochspannungstechnik (34 Punkte)

- a. (3) Wie lauten die fünf Sicherheitsregeln der Hochspannungstechnik?
- b. (5) 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. 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?
- d. (4) Skizzieren Sie ein Influenz-Elektrometer. Wovon hängt der messbare Strom $i(t)$ ab?
- e. (3) Was stellt der physikalische Volumeneffekt in festen Isolierstoffen dar (Skizze)?
- f. (3) Skizzieren und erläutern Sie die Kaskadenschaltung nach Greinacher zur Erzeugung hoher Gleichspannungen.
- g. (5) Welche genormten Prüfspannungen werden für die Isolationskoordination verwendet, und welche davon werden bei Hochspannung und welche bei Höchstspannung bevorzugt eingesetzt und warum?