

1.) Gleichstrommotor

Eine Gleichstromnebenschlussmaschine hat folgende Daten:

$U_{AN}=470V$, $I_{AN}=2440A$, $R_A=10m\Omega$, $U_{Bk}=0,8V$, $n_N=540min^{-1}$, Erregerleistung $P_{Err}=8kW$.

Der magnetische Kreis soll hier als linear angenommen werden (keine Sättigung),

Die Daten gelten für die warmgelaufene Maschine bei einer Wicklungstemperatur von 105°C!

Der Temperaturkoeffizient von Kupfer beträgt $\alpha_{20} = 3,9 \cdot 10^{-3} K^{-1}$. Die mechanische Reibung beträgt $M_{Reib} = 100Nm$.

Die Maschine läuft längere Zeit im Nennpunkt mit den oben angegebenen Werten und wird dann schnell entlastet (noch keine Kühlung).

- Berechnen Sie das vom Motor abgegebene Nennmoment !
- Berechnen Sie die Leerlaufdrehzahl für die betriebswarme Maschine !
- Berechnen Sie den Wirkungsgrad für den betriebswarmen Motor !

Die Wicklungen kühlen nun ab auf die Umgebungstemperatur von 20°C.

Anschließenddie Maschine wieder.

- Berechnen Sie die Leerlaufdrehzahl der Maschine mit 20°C.

2.) Transformator

Ein dreiphasiger Transformator in Schaltung **Dy5** wird symmetrisch belastet. Er hat folgende Daten: $U_{1N} = 10,5 kV$, $U_{2N} = 400V$ ($\bar{u}=26,25$), $S_N = 2000 kVA$, $f = 50 Hz$. Magnetisierungsstrom und Eisenverluste sind zu vernachlässigen.

- Zeichnen Sie ein einfaches Ersatzschaltbild für den Transformator mit R_k und X_k auf der Primärseite sowie **einen idealen Überträger direkt an der Sekundärseite!**
- Berechnen Sie den Nennstrom I_{2N} auf der Sekundärseite!
- Berechnen Sie den Nennstrom in der Netzzuleitung I_{1N} auf der Primärseite!
- Berechnen Sie den Nennstrom in einem Strang I_{1Nstr} auf der Primärseite!

Bei einem **Kurzschlussversuch** fließt bei $U_{1K_verk} = 630V$ (verkettet) Nennstrom auf der Sekundärseite. Es wird $P_k = 13,2 kW$ gemessen.

- Berechnen Sie realen Werte für R_k und X_k !
- Berechnen Sie die prozentualen Werte r_k und x_k !
- Berechnen Sie mit r_k und x_k den gesamten prozentualen Spannungsabfall u_k !
- Überprüfen Sie den prozentualen Wert von u_k mit dem Verhältnis aus U_{1K_verk}/U_{1N} !

Auf der Sekundärseite wird eine Kombination aus **Induktivität und ohmschen Verbraucher** angeschlossen. Auf der **Primärseite** fließt dadurch **Nennstrom** bei **$\cos \varphi = 0,7$** .

- Bestimmen Sie den komplexen Strangstrom I_{1str} !

Hinweis: Achten Sie auf die Vorzeichen des Imaginärteils bzw. der Phasenwinkels!

3.) Einphasen-Asynchronmaschine

Eine Einphasen-Asynchronmaschine wird am 230V/50Hz-Netz bei ihrer Nenndrehzahl von $2750min^{-1}$ betrieben. Berechnen Sie:

- den Schlupf im Mit- und Gegensystem
- die Läuferfrequenzen für Mit- und Gegensystem
- die Statorspannungen für Mit- und Gegensystem

4.) Asynchronmaschine

Ein Asynchronmotor in Sternschaltung hat folgende Daten:

$$R_1 = 0,75\Omega, X_{\sigma 1} = 2,3\Omega, X_{\mu} = 30\Omega, R'_2 = 0,84\Omega, X'_{\sigma 2} = 3\Omega, s_N = 0,042.$$

Eisenverluste und mechanische Reibung sind zu vernachlässigen.

- j) Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild!
- k) Geben Sie den im Nennpunkt aufgenommenen Statorstrom als komplexen Wert
- l) Geben Sie die zugeführte Wirkleistung P_1 an!
- m) Wie hoch sind die abgegebene mechanische Leistung P und das Drehmoment M , wenn $f = 50\text{Hz}$ und die Polpaarzahl $p=3$ vorgegeben sind?
- n) Wie groß ist der Wirkungsgrad im Nennpunkt?
- o) Schätzen Sie durch eine Näherungsrechnung das elektrische Drehmoment bei einer Drehzahl von 1485min^{-1} !
- p) Berechnen Sie die komplexen Spannungsabfälle \underline{U}_{R1} und \underline{U}_{X1} und mit diesen Werten den **Betrag** des gesamten Spannungsabfalls U_k !
- q) Wie groß ist die Ausgangsspannung (verkettet) des Transformators?

5.) Synchronmaschine

Ein zwölfpoliger ($2p' = 12$) im **Dreieck** geschaltete Synchronmaschine weist folgende Daten auf: $U_N = 6\text{kV}$ (verkettet), $S_N = 18\text{MVA}$, $f_N = 50\text{Hz}$, $X_d = 1,6 \text{ p.u.}$, $R = \dots\dots\dots$

Die Maschine arbeitet mit Nennspannung am Netz.

- a) Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild im **Verbraucherzählpeilsystem**!
- b) Berechnen Sie die Strangspannung U_1 !
- c) Berechnen Sie den Strom in der Netzzuleitung $I_{1\text{NetzN}}$ bei Nenns.....
- d) Berechnen Sie den Nennstrom $I_{1\text{StrN}}$ in einem Strang der Maschine !
- e) Ermitteln Sie den Wert der Reaktanz X_d in Ω !

Die Maschine läuft mit einem Drehmoment von 100kNm **motorisch** belastet mit **$\cos \varphi = 0,9$ untererregt** am Netz.

- f) Wie groß ist die Drehzahl der Maschine?
- g) Bestimmen Sie die mechanische Leistung!
- h) Bestimmen Sie den komplexen Strangstrom $I_{1\text{Str}}$!
- i) **Berechnen** Sie die zugehörigen **komplexen Spannungen** ($\underline{U}_p, \underline{U}_1 * jX_d$) und **komplexen Ströme** ($I_1, (I_1/jX_d), (\underline{U}_p/jX_d)$)!
- j) Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm für den angegebenen Betriebspunkt!
Verwenden Sie dabei für die Stranggrößen die Maßstäbe $Y_1 = 100\text{A/cm}$ und $Y_U = 500\text{V/cm}$.

6.) Drehstromleitungen

Eine Drehstromleitung [hat folgende Daten:]

$L' = 0,84 \text{ mH/km}$, $C' = 14 \text{ nF/km}$, $[U=380 \text{ kV}]$. Die Leitungslänge beträgt $l = 600 \text{ km}$. Die Leitung sei verlustfrei und wird mit einer Frequenz von $f = 50 \text{ Hz}$ betrieben.

- Zeichnen Sie ein π -Ersatzschaltbild und benennen Sie die Elemente!
Hinweis: bezeichnen Sie die Eingangsseite mit dem Index 1 (U_1, I_1) und die Ausgangsseite mit dem Index 2 (U_2, I_2)!
- Berechnen Sie den Wellenwiderstand Z_w und die Winkelkonstante β !
- Ermitteln Sie die Werte für Längsreaktanz X_s und Quersuszeptanz B_p des π -Ersatzschaltbildes!
- Wie groß ist die natürliche Leistung bei Drehstromübertragung?

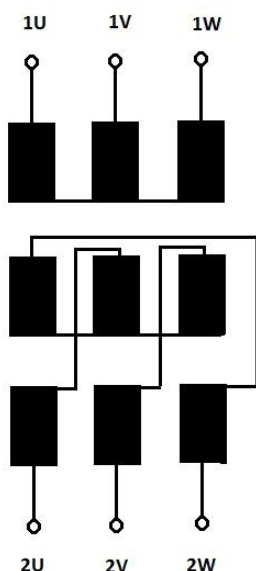
Am Ausgang der Leitung soll eine Leistung von 400 MW bei einer Spannung von $U_2 = 380 \text{ kV}$ mit dem $\cos\varphi_2 = 1$ zur Verfügung gestellt werden.

- Bestimmen Sie dazu die komplexen Werte der Eingangsspannung \underline{U}_1 und des Eingangsstromes \underline{I}_1 !
- Wie viel Blindleistung nimmt die Leitung am Leistungsanfang auf?

7.) Transformator

Geben Sie zu folgendem Transformatorschaltungen geeignete Maschengleichungen an und bestimmen Sie zeichnerisch die Schaltgruppen:

a)



b)

