

## 2. Aufgabe:

Eine russische Drehstrom-Freileitung transportiert elektrische Energie bei einer Nennspannung von 1150 kV (50 Hz) über eine Strecke von etwa 1300 km. Die natürliche Leistung der Übertragungsstrecke ist etwa 5500 MW. Die Freileitung speist in ein starres Netz ein und hat die Leitungsbeläge  $\sigma L' = 0,42 \Omega/\text{km}$  und  $\sigma C' = 6 \cdot 10^{-6} \text{ S/km}$ . Die ohmschen Anteile werden auf Grund der Spannungshöhe vernachlässigt.

- Welcher Strom fließt in den Phasenleitern der Freileitung, wenn sie mit Ihrer natürlichen Leistung betrieben wird? Wie groß ist der Wellenwiderstand der Leitung?
- Zur Änderung der natürlichen Leistung wird die Leitung in der Mitte mit einer Kapazität von  $7,2 \mu\text{F}$  pro Phase längskompensiert. Welcher Leitungswinkel stellt sich ein, wenn die abgegebene Wirkleistung bei Nennspannung 5500 MW entspricht?  
Zeichnen Sie zunächst das  $\pi$ -Ersatzschaltbild! Für ein Zeigerdiagramm zur Lösung benutzen Sie bitte den Maßstab  $100 \text{ kV} \triangleq 1 \text{ cm}$  und  $1 \text{ kA} \triangleq 1 \text{ cm}$ .
- Wie groß ist die natürliche Leistung der nach b.) kompensierten Freileitung?

## 2. Teil: Elektromechanische Energieumformung

### 1. Aufgabe: Gleichstrommaschine

- Welche Funktion haben die Wendepolwicklung und die Kompensationswicklung beim Betrieb einer Gleichstrommaschine? [2 P]
- Zeichnen Sie für den 1. Quadranten die Drehmoment-Drehzahl-Kennlinien einer fremderregten Gleichstrommaschine bei Betrieb mit Nennankerspannung  $U_a = U_{a,N}$  für:  $k = I_{a,N}$  und  $I_f = 1/2 I_{f,N}$ . [2 P]
- Zeichnen Sie in das Diagramm aus Aufgabenteil 1.2) die Belastungskennlinie ein, die sich für einen Motor ergibt, wenn ein Aufzug mit konstantem Lastgewicht betrieben werden soll. [2 P]

Eine fremderregte Gleichstrommaschine wird als Antrieb für einen Aufzug verwendet. Beim Heben der Nennlast mit Nenngeschwindigkeit, also dem Betrieb im Nennpunkt, besitzt die Maschine folgende Daten:

Erregerstrom	:	$I_{f,N} = 2 \text{ A}$
Ankerspannung	:	$U_{a,N} = 220 \text{ V}$
Drehzahl	:	$n_N = 1400 \text{ min}^{-1}$
Drehmoment	:	$M_N = 117 \text{ Nm}$

Der Wirkungsgrad beträgt im Nennpunkt 95 % (ohne Berücksichtigung der Erregerverluste). Sättigungserscheinungen im Eisenkreis, Reibungs- und Eisenverluste sowie Verluste durch die Wendepol- oder Kompensationswicklung werden nicht berücksichtigt.

- Wie groß sind im Nennpunkt die mechanische Leistung  $P_{\text{mech},N}$ , die aufgenommene elektrische Leistung  $P_{e,N}$  (ohne Erregerleistung), der Ankerstrom  $I_{a,N}$  und die induzierte Spannung  $U_{i,N}$ ? [4 P]
  - Berechnen Sie die Rotationsinduktivität  $M_d'$  und den Ankerwiderstand  $R_a$  der Maschine. [2 P]
- Die Ankerspannung kann mit Hilfe eines Gleichstromstellers variabel zwischen 0 V und 220 V eingestellt werden.
- Bei Betrieb mit Nennerregerstrom soll die zweifache Nennlast mit halber Nenngeschwindigkeit angehoben werden. Berechnen Sie für diesen Betriebspunkt die induzierte Spannung, den Ankerstrom und die erforderliche Ankerspannung. [3 P]