

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

1. Nullleiterunterbrechung (34)Spannungsquelle: $U = 400\text{V}$ (verkettet), symmetrischAnfangszustand: Phase a: Last $0,1\text{kW}$ pro Phase
Phase b und c: Last 1kW pro Phase

Gesucht sind:

- Ströme im unsymmetrischen Lastfall nach Nullleiterunterbrechung im Komponenten- und im Phasensystem.
- Sternpunktverlagerungsspannung
- Phasenspannungen an den Lasten. In welcher Phase tritt die stärkste Spannungsbelastung auf?
- Skizze der Zeigerdiagramme der Ströme und Spannungen im Phasensystem.

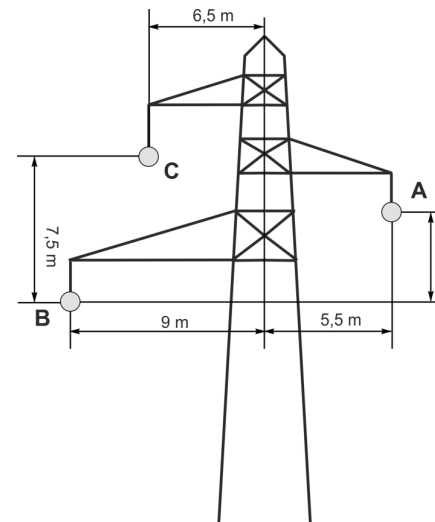
2. Betriebsparameter einer 380kV-Leitung (33)

Abbildung nicht maßstäblich!

Für eine 380 kV-Leitung in einem 50 Hz Netz mit **3er-Bündeln** und einem Mastbild wie in der Abbildung sollen verschiedene Betriebsparameter ermittelt werden. Es wird angenommen, dass die Leitung über ihre Länge **verdrillt** und damit symmetriert wird.

Querschnitt Einzelleiter:	242,5 mm ²
Leiterabstand a im Bündel:	30 cm
Anzahl Leiter im Bündel:	3
Länge der Leitung:	127 km
Dauerstrombelastbarkeit (Einzelleiter):	585 A
Gleichstromwiderstand (Einzelleiter):	0,1373 Ω/km

- (8) Wie groß ist die längenbezogene symmetrische Betriebsinduktivität der Leitung?
- (8) Wie groß ist die längenbezogene symmetrische Betriebskapazität der Leitung?
- (8) Wie groß ist die komplexe Ausbreitungskonstante $\underline{\gamma}$ unter der zusätzlichen Annahme, dass $G' = 0 \frac{\text{S}}{\text{km}}$? Verwenden Sie die Näherung für die Dämpfungs- und Phasenkonstante ($R' \ll \omega L', G' \ll \omega C'$):

$$\alpha \approx \frac{R'}{2} \sqrt{\frac{C'}{L'}} + \frac{G'}{2} \sqrt{\frac{L'}{C'}} \quad \beta = \frac{\omega}{v} = \frac{2\pi}{\lambda} \approx \omega \sqrt{L'C'}$$

- (3) Die Leitung sei mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossen. Welcher Spannungsbetrag stellt sich am Ende der Leitung ein, wenn sie am Beginn mit Nennspannung betrieben wird?
- (3) Wie groß ist die natürliche Leistung der Leitung, wenn sie als verlustlose Leitung betrachtet wird ($R' = 0 \Omega/\text{km}, G' = 0 \text{S}/\text{km}$)?
- (3) Schätzen Sie die thermisch übertragbare Wirkleistung der Leitung ab.

3. Energetische Bewertung einer Windkraftanlage (33)

Eine Windkraftanlage hat folgende Kenndaten (Auszug aus Datenblatt):

Nennleistung (elektrisch)	2,05 MW
Rotorradius	42,0 m
Windnenngeschwindigkeit	12,0 m/s
Nabenradius	9,11 m
Nabenhöhe	108 m

Messergebnisse der Leistungstests:

Anlaufwindgeschwindigkeit:	$v_{Anlauf} = 2 \text{ m/s}$
Windgeschwindigkeit vor der Turbine:	$v_1 = 12,0 \text{ m/s}$
Windgeschwindigkeit nach der Turbine:	$v_2 = 8,55 \text{ m/s}$
Wirkungsgrad (Getriebe + Generator):	$\eta_{Ges} = 0,87$
Luftdichte bei der Messung:	$\rho_L = 1,225 \text{ kg/m}^3$

Leistung über der Windgeschwindigkeit:

$v_W < 2 \text{ m/s}$	Flautenbereich
$2 \text{ m/s} \leq v_W < 12,0 \text{ m/s}$	Teillastbereich
$12,0 \text{ m/s} \leq v_W < 28 \text{ m/s}$	Volllastbereich ($P = P_N$)
$v_W > 28 \text{ m/s}$	Abschaltung

Für den Standort dieser Anlage ist eine (reale) Messreihe von Windgeschwindigkeiten in Nabenhöhe im Stundentakt für den Zeitraum von **15 Jahren** vorhanden (siehe Diagramm rechts).

- Berechnen Sie den Leistungsbeiwert c_p bei Nennwindgeschwindigkeit für diese Anlage mit den Messergebnissen aus den Leistungstests.
- Ermitteln sie mit diesem Wert die Nennleistung der Windkraftanlage und vergleichen Sie den Wert mit der Angabe aus dem Datenblatt.
- Zeichnen Sie in das Diagramm der Jahresdauerlinie der Windgeschwindigkeiten die Phasen des Betriebs der Windkraftanlage ein. Ermitteln Sie **grafisch** die Zeitpunkte für die Übergänge zwischen Flaute, Teillast und Volllast (ins Diagramm eintragen). Stellen Sie auch den Verlauf der eingespeisten Leistung schematisch in diesem Diagramm dar.
- Wie groß ist die im Volllastbereich erzeugte Energie in MWh?
- Die Windkraftanlage hat laut Betreiber eine durchschnittliche Volllaststundenzahl von 1.900h pro Jahr. Wie viel elektrische Energie wird daher im Teillastbereich erzeugt?

