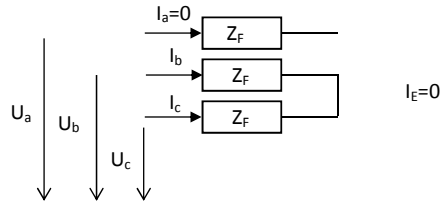


Name/Vorname: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Matr.-Nr./Knz.: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**1. Phasenunterbrechung (34 Punkte)**

Gegeben ist eine symmetrische Anordnung mit diskreten Impedanzen und ohne Erdverbindung.

Spannungsquelle:  $U_a = U_b = U_c = U_V = 400\text{V}$  verkettet, symmetrisch.

Wirklast, Summe aus 3 Phasen vor Phasenunterbrechung:  $P = 100\text{kW}$

$Z_E = \infty$

- a. (3) Aus der gegebenen Leistung ist die **Impedanz  $Z_F = R_F$**  pro Phase zu bestimmen.

In dem Drehstromsystem kommt es zur Unterbrechung von Phase a, wodurch nur mehr zwei der Impedanzen  $Z_F$  aktiv sind, siehe Abbildung. Zu ermitteln sind:

- b. (8) **lim  $Z_E \rightarrow \infty$**  in den Gleichungen der Ströme in symmetrischen Komponenten  
 c. (8) **Gleichungen der Ströme** in Phasenkomponenten  
 d. (4) Berechnung der **Ströme** im Komponentensystem sowie in den Phasen  
 e. (3) Berechnung der **Spannungsabfälle in den Phasen** (für Spannungszeigerdiagramm)  
 f. (8) **Zeigerdiagramme** für Phasenströme und Spannungen

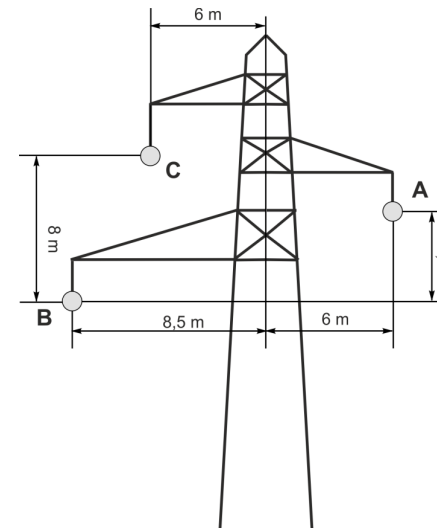
**2. Betriebsparameter einer 380kV-Leitung (33 Punkte)**

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:	363,75 mm <sup>2</sup>
Leiterabstand a im Bündel:	30 cm
Anzahl Leiter im Bündel:	3
Länge der Leitung:	127 km
Dauerstrombelastbarkeit (Einzelleiter):	877,5 A
Gleichstromwiderstand (Einzelleiter):	0,0915 Ω/km

- a. (8) Wie groß ist die längenbezogene symmetrische **Betriebsinduktivität** der Leitung?  
 b. (8) Wie groß ist die längenbezogene symmetrische **Betriebskapazität** der Leitung?  
 c. (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 ( $R' \ll \omega L', G' \ll \omega C'$ ):

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

- d. (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?  
 e. (3) Wie groß ist die **natürliche Leistung** der Leitung, wenn sie als verlustlose Leitung betrachtet wird ( $R' = 0 \text{ Ω/km}, G' = 0 \text{ S/km}$ )?  
 f. (3) Schätzen Sie die **thermisch übertragbare Scheinleistung** der Leitung ab.

**3. PV-Anlage (33 Punkte)**

Für eine Photovoltaikanlage (47° nördliche Breite, 30° Generatorazimut) ergeben sich nach nachfolgender Tabelle die Monatssummen der Strahlungsenergie auf die geneigte Fläche:

Tabelle 1 – Monatssummen HG in kWh/m<sup>2</sup> in Abhängigkeit des Anstellwinkels  $\beta$  in °

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Ges	$\beta$
57,97	72,52	128,65	156,00	174,84	165,00	166,78	143,53	115,20	96,10	58,20	46,19	1380,98	0
84,85	92,62	150,94	168,07	178,00	164,99	168,41	148,98	126,98	119,30	79,54	69,05	1551,73	20
95,47	99,94	158,16	169,18	175,32	160,67	164,05	147,28	128,64	126,72	88,07	78,63	1592,12	30
100,08	107,29	160,59	168,74	172,36	157,06	161,20	145,51	129,01	129,75	91,48	82,49	1605,55	35
107,53	107,16	162,30	164,97	164,16	148,56	152,60	140,17	127,10	132,75	96,59	89,17	1593,06	45
113,59	108,98	159,35	153,98	147,24	132,00	135,84	127,84	119,51	131,37	100,01	94,99	1524,70	60
107,37	96,86	132,12	115,85	99,38	87,91	92,01	89,54	90,07	108,67	90,80	91,18	1201,77	90

- (4) Welchen **Anstellwinkel**  $\beta$  müssten Sie wählen, um den **Jahresertrag zu optimieren**?
- (4) Welchen **Anstellwinkel**  $\beta$  müssen Sie wählen, um den Monatswert, der den **geringsten Ertrag** aufweist, zu **maximieren**?
- (6) **Vergleichen** Sie die Jahreserträge und den Monatswerte der Punkte a. und b. und **interpretieren** Sie die Unterschiede.
- (8) **Beschreiben** Sie das **Drei-Komponentenmodell** und **interpretieren** Sie den Einfluss des Anstellwinkels auf die jeweiligen Monatserträge. Welche Anteile werden vermutlich wann dominieren?

Die nun betrachtete PV-Anlage habe einen Gesamt-Wirkungsgrad (Zelle + Wechselrichter) von 10% und einen Anstellwinkel von 30°.

- (3) **Wie groß** müsste der **Solargenerator** dieser Anlage ausgeführt sein, damit diese im Jahr ca. 2 MWh Energieoutput erzielt?
- (8) Berechnen Sie die **mittlere Leistungsabgabe** der PV-Anlage für jedes Monat (nehmen Sie vereinfachend an, dass die Anlage zu 50% der Zeit aktiv ist) und **interpretieren** Sie die Leistungswerte.