



# Berechnungen

## Auslegung eines Zwischenkreiskondensators

### Angaben zum Unternehmen

Unternehmen: English Electric Company Ltd. (EE)  
Standort: Berlin  
Anschrift: Wilhelminenhofstraße 75A  
12459 Berlin

### Bearbeiter

Name: S. Richter

### Bearbeitungsstand

Datum: 23.06.2022

### Vermerke



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Datengrundlage .....</b>	<b>2</b>
1.1	Leistungsdaten 16,7Hz-Netz .....	2
1.2	Leistungsdaten 50Hz-Netz .....	2
1.3	Vorhandene Hilfsenergien .....	2
1.4	Liefergrenze .....	2
<b>2</b>	<b>Auslegung des Zwischenkreiskondensators .....</b>	<b>3</b>
2.1	Übersetzungsverhältnis des Transformators .....	3
2.2	Zwischenkreisspannung .....	3
2.3	Zwischenkreisstrom .....	3
2.4	Energieabfluss .....	3
2.5	Zwischenkreiskondensator .....	4
2.6	Strombelastung des Zwischenkreises .....	4
2.6.1	Netzstrom .....	4
2.6.2	Mittelwert .....	4
2.6.3	Effektivwert .....	5
2.6.4	Wechselanteil .....	5
2.7	Spannungsbelastung des Zwischenkreises .....	5



## **1 Datengrundlage**

### **1.1 Leistungsdaten 16,7Hz-Netz**

Nennspannung : 110kV 2AC 16,7Hz  
max. Spannung : 123kV 2AC 16,7Hz  
min. Spannung : 105kV 2AC 16,7Hz  
Nennleistung : 16MW bei  $\cos(\varphi) = 0,8$

### **1.2 Leistungsdaten 50Hz-Netz**

Nennspannung : 110kV 3AC 50Hz  
max. Spannung : 123kV 3AC 50Hz  
min. Spannung : 105kV 3AC 50Hz  
Nennleistung : 17,5MW bei  $\cos(\varphi) = 1$

### **1.3 Vorhandene Hilfsenergien**

2 unabhängige 400V 3AC 50Hz Einspeisungen 500kVA

### **1.4 Liefergrenze**

16,7Hz-Seite : 110kV-Transformator-Anschluss  
50Hz-Seite : 110kV-Transformator-Anschluss



## 2 Auslegung des Zwischenkreiskondensators

### 2.1 Übersetzungsverhältnis des Transformators

$$\underline{\underline{u}} = \frac{110kV}{3,5kV} = \underline{\underline{31,43}}$$

Primärspannung [kV]	Sekundärspannung [kV]
105	3,34
110	3,50
123	3,91

### 2.2 Zwischenkreisspannung

- maximale Spannung:

$$\underline{\underline{U_{dc\_max} = U_{d\_max} \approx 3,91kV}}$$

$$\underline{\underline{\Delta U_{dc\_max} = 0,005 \cdot U_{dc\_max} = 0,005 \cdot 3,91kV \approx 19,6V}}$$

- minimale Spannung:

$$\underline{\underline{U_{dc\_min} = U_{d\_min} \approx 3,34kV}}$$

$$\underline{\underline{\Delta U_{dc\_min} = 0,005 \cdot U_{dc\_min} = 0,005 \cdot 3,34kV \approx 16,7V}}$$

### 2.3 Zwischenkreisstrom

- maximaler Strom:

$$\underline{\underline{I_{d\_max} = \frac{P_d}{U_{dc\_min}} = \frac{17,5MW}{3,34kV} \approx 5,24kA}}$$

- minimaler Strom:

$$\underline{\underline{I_{d\_min} = \frac{P_d}{U_{dc\_max}} = \frac{17,5MW}{3,91kV} \approx 4,48kA}}$$

### 2.4 Energieabfluss

- maximaler Energieabfluss:

$$\underline{\underline{\Delta E_{max} = I_{d\_max} \cdot \frac{T}{6} \cdot \Delta U_{dc\_min} = 5,24kA \cdot 3,33ms \cdot 16,7V \approx 292Ws}}$$

- minimaler Energieabfluss:

$$\underline{\underline{\Delta E_{min} = I_{d\_min} \cdot \frac{T}{6} \cdot \Delta U_{dc\_max} = 4,48kA \cdot 3,33ms \cdot 19,6V \approx 292Ws}}$$



## 2.5 Zwischenkreiskondensator

- maximale Kapazität:

$$C_{d\_max} = \frac{2 \cdot \Delta E_{max}}{\Delta U_{dc\_min} \cdot (2 \cdot U_{dc\_min} + \Delta U_{dc\_min})}$$

$$\underline{\underline{C_{d\_max}}} = \frac{2 \cdot 292Ws}{16,7V \cdot (2 \cdot 3,34kV + 16,7V)} \approx \underline{\underline{5,22mF}}$$

- minimale Kapazität:

$$C_{d\_min} = \frac{2 \cdot \Delta E_{min}}{\Delta U_{dc\_max} \cdot (2 \cdot U_{dc\_max} + \Delta U_{dc\_max})}$$

$$\underline{\underline{C_{d\_min}}} = \frac{2 \cdot 292Ws}{19,6V \cdot (2 \cdot 3,91kV + 19,6V)} \approx \underline{\underline{3,80mF}}$$

## 2.6 Strombelastung des Zwischenkreises

### 2.6.1 Netzstrom

- maximaler Netzstrom:

$$\underline{\underline{I_{Netz\_max}}} = \frac{P_N}{\sqrt{3} \cdot U_{N\_min} \cdot \cos(\varphi)} = \frac{17,5MW}{\sqrt{3} \cdot 3,34kV} \approx \underline{\underline{3,03kA}}$$

- minimaler Netzstrom:

$$\underline{\underline{I_{Netz\_min}}} = \frac{P_N}{\sqrt{3} \cdot U_{N\_max} \cdot \cos(\varphi)} = \frac{17,5MW}{\sqrt{3} \cdot 3,91kV} \approx \underline{\underline{2,58kA}}$$

### 2.6.2 Mittelwert

- maximaler Mittelwert:

$$\underline{\underline{I_{dAV\_max}}} = I_{Netz\_max} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\pi} \cdot \cos(\varphi) = 3,03kA \cdot \frac{\sqrt{2}}{\pi} \cdot 0,8 \approx \underline{\underline{1,89kA}}$$

- minimaler Mittelwert:

$$\underline{\underline{I_{dAV\_min}}} = I_{Netz\_min} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\pi} \cdot \cos(\varphi) = 2,58kA \cdot \frac{\sqrt{2}}{\pi} \cdot 0,8 \approx \underline{\underline{1,61kA}}$$



### 2.6.3 Effektivwert

- maximaler Effektivwert:

$$I_{\text{deff\_max}} = I_{\text{Netz\_max}} \cdot \sqrt{1 + \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot \pi} \cdot \cos^2(\varphi)}$$

$$\underline{\underline{I_{\text{deff\_max}} = 3,03\text{kA} \cdot \sqrt{1 + \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot \pi} \cdot \cos^2(0,8)} \approx 4,10\text{kA}}}$$

- minimaler Effektivwert:

$$I_{\text{deff\_min}} = I_{\text{Netz\_min}} \cdot \sqrt{1 + \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot \pi} \cdot \cos^2(\varphi)}$$

$$\underline{\underline{I_{\text{deff\_min}} = 2,58\text{kA} \cdot \sqrt{1 + \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot \pi} \cdot \cos^2(0,8)} \approx 3,49\text{kA}}}$$

### 2.6.4 Wechselanteil

- maximaler Wechselanteil:

$$I_{d\sim\_max} = \sqrt{I_{\text{deff\_max}}^2 - I_{dAV\_max}^2}$$

$$\underline{\underline{I_{d\sim\_max} = \sqrt{(4,10\text{kA})^2 - (1,89\text{kA})^2} \approx 3,64\text{kA}}}$$

- minimaler Wechselanteil:

$$I_{d\sim\_min} = \sqrt{I_{\text{deff\_min}}^2 - I_{dAV\_min}^2}$$

$$\underline{\underline{I_{d\sim\_min} = \sqrt{(3,49\text{kA})^2 - (1,61\text{kA})^2} \approx 3,10\text{kA}}}$$

### 2.7 Spannungsbelastung des Zwischenkreises

- maximale Spannung:

$$\underline{\underline{U_{dC\_max} = 1,2 \cdot U_{d\_max} = 1,2 \cdot \sqrt{2} \cdot 3,91\text{kV} \approx 6,64\text{kV}}}$$

- minimale Spannung:

$$\underline{\underline{U_{dC\_min} = 1,2 \cdot U_{d\_min} = 1,2 \cdot \sqrt{2} \cdot 3,34\text{kV} \approx 5,67\text{kV}}}$$