



Berechnungen

Auslegung eines 33,3Hz-Filterkreises

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

1	Datengrundlage	2
1.1	Leistungsdaten 16,7Hz-Netz	2
1.2	Leistungsdaten 50Hz-Netz.....	2
1.3	Vorhandene Hilfsenergien	2
1.4	Liefergrenze.....	2
2	Auslegung des Filterkreises	3
2.1	Übersetzungsverhältnis des Transformators	3
2.2	Resonanzfrequenz.....	3
2.3	Filterkreiskomponenten	3
2.4	Strombelastung des Filterkreises	3
2.5	Spannungsbelastung der Filterkreiskomponenten	4



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 Filterkreises

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 Resonanzfrequenz

$$f_0 = 2 \cdot f_N$$

$$\underline{\underline{f_0}} = 2 \cdot 16,7Hz = \underline{\underline{33,4Hz}}$$

2.3 Filterkreiskomponenten

$$\omega_0 = 2 \cdot \pi \cdot f_0 = 2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_{FC} \cdot C_{FC}}} = \frac{1}{\sqrt{L_{FC} \cdot C_{FC}}}$$

- Festlegung: $L_{FC}=10mH$
- Berechnung: C_{FC}

$$C_{FC} = \frac{1}{\omega_0^2 \cdot L_{FC}} = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot f_0)^2 \cdot L_{FC}}$$

$$\underline{\underline{C_{FC}}} = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot 33,4Hz)^2 \cdot 10mH} \approx \underline{\underline{2,27mF}}$$

2.4 Strombelastung des Filterkreises

$$\underline{\underline{S_N}} = \frac{P_N}{\cos(\varphi)} = \frac{16MW}{0,8} = \underline{\underline{20MVA}}$$

- maximaler Strom:

$$\underline{\underline{I_{FC_DC_max}}} = \frac{S_N}{U_{d_min}} = \frac{20MVA}{\sqrt{2} \cdot 3,34kV} \approx \underline{\underline{4,23kA}}$$

$$\underline{\underline{I_{FC_DC_max_eff}}} = \frac{I_{FC_DC_max}}{\sqrt{2}} = \frac{4,23kA}{\sqrt{2}} \approx \underline{\underline{2,99kA}}$$



- minimaler Strom:

$$\underline{\underline{I_{FC_DC_min}}} = \frac{S_N}{U_{d_max}} = \frac{20MVA}{\sqrt{2} \cdot 3,91kV} \approx \underline{\underline{3,62kA}}$$

$$\underline{\underline{I_{FC_DC_min_eff}}} = \frac{I_{FC_DC_min}}{\sqrt{2}} = \frac{3,61kA}{\sqrt{2}} \approx \underline{\underline{2,56kA}}$$

2.5 Spannungsbelastung der Filterkreiskomponenten

- Spannungsüberhöhung am Reihenschwingkreis:

$$\vartheta = \frac{f_0}{f_N} = \frac{33,4Hz}{16,7Hz} = \underline{2}$$

$$\frac{\vartheta^2}{\vartheta^2 - 1} = \frac{2^2}{2^2 - 1} = \underline{\underline{\frac{4}{3}}}$$

- maximale Spannung:

$$\underline{\underline{U_{C_max}}} = \underline{\underline{U_{L_max}}} = U_{d_max} \cdot 1,2 \cdot \frac{4}{3} = \sqrt{2} \cdot 3,91kV \cdot 1,2 \cdot \frac{4}{3} \approx \underline{\underline{8,85kV}}$$

- minimale Spannung:

$$\underline{\underline{U_{C_min}}} = \underline{\underline{U_{L_min}}} = U_{d_min} \cdot 1,2 \cdot \frac{4}{3} = \sqrt{2} \cdot 3,34kV \cdot 1,2 \cdot \frac{4}{3} \approx \underline{\underline{7,56kV}}$$