

Erzeugung hoher Wechselspannungen

Aufgabe 1

Dem Typenschild des Hochspannungstransformators TEO 100/10 aus dem MWB-Hochspannungsbaukastensystem sind folgende Daten zu entnehmen:

Nennspannung: 220 V/100 kV

Nennstrom: 22,7 A/0,05 A

Aus dem Kurzschlussversuch sind folgende Messwerte bekannt:

$U_1 = 10,6 \text{ V}$, $I_1 = 23 \text{ A}$, $I_2 = 50 \text{ mA}$, $P_K = 87,5 \text{ W}$.

Die Daten aus dem Leerlaufversuch sind:

$U_1 = 220 \text{ V}$, $U_2 = 100 \text{ kV}$, $I_1 = 1,42 \text{ A}$, $P_L = 80 \text{ W}$.

Aus Resonanzmessungen wurde die Eigenkapazität des Prüftransformators zu $C_E = 287 \text{ pF}$ bestimmt.

- 1.1** Bestimmen Sie aus den angegebenen Daten das vollständige Ersatzschaltbild des Prüftransformators.
- 1.2** In einem Versuchsaufbau wird der Prüftransformator versehentlich mit einem Kondensator belastet. Der Kondensator hat einen Kapazitätswert von $C = 10 \text{ nF}$. Berechnen Sie die Spannung auf der Hochspannungsseite, wenn primärseitig Nennspannung anliegt.
- 1.3** Berechnen Sie die Primärspannung (Belastung wie in Aufgabenteil 1.2), bei der hochspannungsseitig bereits Nennspannung anliegt. Überprüfen Sie, ob in diesem Fall der Prüftransformator thermisch überlastet ist ($I > 1,3 I_N$).

Aufgabe 2

Gegeben ist ein 6 MVA Einphasen-Leistungstransformator 5 kV/100 kV (50 Hz) mit folgenden Daten:

Wirksamer Kernquerschnitt: $A_{Fe} = 0,187 \text{ m}^2$

Scheitelwert der Flussdichte: $B_{max} = 1,5 \text{ T}$

Im Leerlauf wird an $U_1 = 5000 \text{ V}$ die Leerlaufleistung $P_L = 8,8 \text{ kW}$ aufgenommen. Dabei fließt der Leerlaufstrom $I_1 = 2,6 \text{ A}$.

Im Kurzschluss wird an der Kurzschlussspannung $U_1 = 571 \text{ V}$ die Kurzschlussleistung $P_K = 30 \text{ kW}$ aufgenommen. Dabei fließen primär- und sekundärseitig die Nennströme.

- 2.1** Berechnen Sie die Nennströme und das Übersetzungsverhältnis.
- 2.2** Berechnen Sie die primäre und sekundäre Windungszahl.
- 2.3** Berechnen Sie die Daten für die Leerlaufersatzschaltung sowie die Eisenverluste. Welche Werte haben Magnetisierungsstrom und Eisenverluststrom?
- 2.4** Berechnen Sie die Daten für das Kurzschlusersatzschaltbild und zeichnen Sie das Zeigerdiagramm für diesen Fall.

Aufgabe 3 (Zusatz)

Ein Kaskadenprüftransformator ist im Prinzip ein Dreiwicklungstransformator, der bei Vernachlässigung des Magnetisierungsstroms und der Wirkverluste in den Wicklungen nur durch die Streureaktanzen der drei Wicklungen dargestellt werden kann.

- 3.1** Zeichnen Sie unter obigen Voraussetzungen die Prinzipskizze sowie das äquivalente Ersatzschaltbild einer dreistufigen Wechselspannungskaskade.
- 3.2** Reduzieren Sie das komplette Ersatzschaltbild auf ein einstufiges Ersatzschaltbild. Leiten Sie hierfür unter oben genannten Voraussetzungen den Ausdruck der resultierenden Streureaktanz X_{RES} her, die die gesamten Streuverluste der Kaskade berücksichtigt (Hinweis: Beziehen Sie alle Werte auf die Hochspannungsseite der Kaskade).
- 3.3** Wie können die Streureaktanzen einer einzelnen Stufe messtechnisch erfasst werden?