

Elektrotechnische Grundlagen für das Verkehrsingenieurwesen

Übung 6: Der Einphasen-Transformator

Aufgabe 1: Der ideale Transformator im industriellen Einsatz

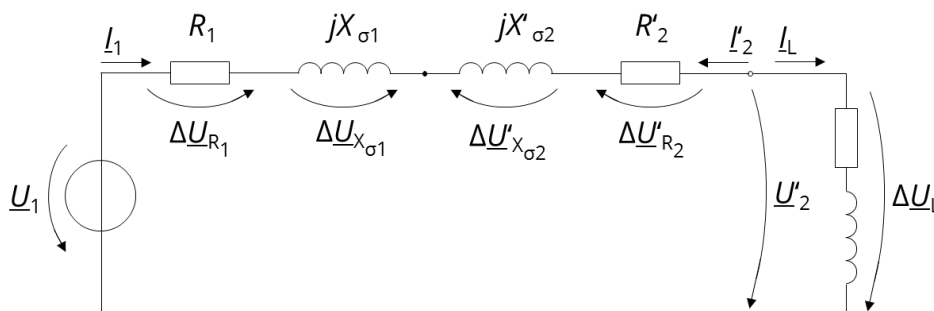
Für den industriellen Einsatz eines Einphasen-Transformators sind die Spannungen auf der Primärseite mit 10 kV und auf der Sekundärseite mit 220 V angegeben. Die maximale primärseitige Stromstärke beträgt 25 A bei einer Nennfrequenz von 50 Hz. Die ohmsch-induktive Last, die im Sekundärkreis angeschlossen wird, soll eine dauerhafte Wirkleistung von 230 kW im Betrieb aufweisen.

Der gegebene Einphasen-Transformator kann als ideal angenommen werden.

- Berechnen Sie das Übersetzungsverhältnis des Transformators und bestimmen Sie den maximal zulässigen Sekundärstrom!
- Bestimmen Sie die maximale Blindleistung, die durch den sekundärseitig angeschlossenen Verbraucher im Betrieb dauerhaft aufgenommen werden darf, damit es zu keiner Überlast des Transformators kommt! Welchen Leistungsfaktor darf der Verbraucher demnach aufweisen?

Aufgabe 2: Der reale Transformator

Der Transformator aus Aufgabe 1 wird im Regelbetrieb eingesetzt. Es zeigt sich durch Messungen, dass ein ideales Verhalten nicht vorherrscht und die Kupferwicklungen ohmsche sowie reaktive Spannungsabfälle aufweisen. Die Verluste im Eisenkern sind vernachlässigbar. Der Transformator weist folgendes Ersatzschaltbild auf:



Stellen Sie den Maschensatz zu der angegebenen Schaltung auf! Die resultierende Gleichung soll den Sekundärstrom I_2 nicht mehr enthalten.

Zusatz: Skizzieren Sie das Zeigerbild, das sich aus der Gleichung ergibt!

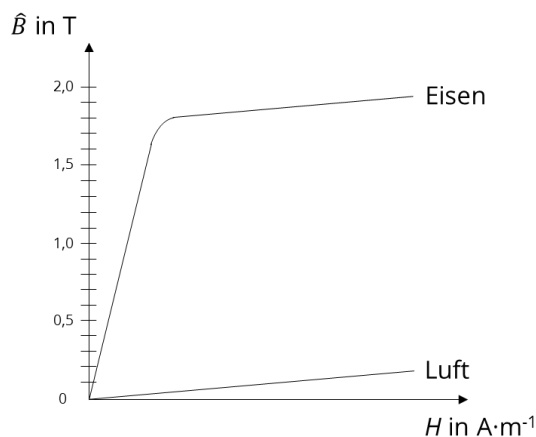
Aufgabe 3: Transformatoren elektrischer Bahnen

Eine Lokomotive, die mit Wechselspannung gespeist wird, soll grenzüberschreitend in den Systemen 15 kV 16,7 Hz und 25 kV 50 Hz verkehren können. Die Lokomotive soll eine mechanische Leistung von 5,44 MW für Traktionszwecke abführen können. Dazu werden vier Fahrmotoren mit jeweils 1514 V von der Sekundärseite des Transformators gespeist. Der Wirkungsgrad des Fahrzeuges liegt bei 85 %. Die Länge einer Kante des quadratischen Eisenquerschnitts beträgt 50 cm.

- Bestimmen Sie die elektrische Leistung, die ab dem Stromabnehmer des Fahrzeuges zur Verfügung gestellt werden muss! Diese Leistung entspricht auch der Leistung, die mittels Transformator übertragen wird.
- Der Transformator weist unter Maximallast einen Spannungsfall von 20 % auf, was hauptsächlich durch die ohmschen und reaktiven Anteile der Wicklungen hervorgerufen wird (s. Aufgabe 2).

Bestimmen Sie die jeweilig notwendigen Übersetzungsverhältnisse für die beiden Energieversorgungssysteme (15 kV 16,7 Hz und 25 kV 50 Hz)!

- Gegeben sei die folgende Magnetisierungskennlinie:



Der Transformator soll bis an den Punkt der Sättigung, an dem die Kennlinien von Eisen und Luft parallel sind, betrieben werden. Bestimmen Sie die Windungszahlen auf der Primärseite des Transformators, die mindestens für die Spannungsinduktion, sowohl für 16,7 Hz als auch für 50 Hz, notwendig sind! Gehen Sie dabei von einer konstanten Querschnittsfläche des Eisenkerns aus.

- Eine Vorgabe lautet, dass die Wicklung auf der Primärseite einen Wert von 400 Windungen nicht überschreiten soll. Kann der Transformator gemäß Ihrer Berechnungen für den dargestellten Anwendungsfall verwendet werden? Welche Anpassungen sind ggf. notwendig?