

Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik

1. Versuch

GET 8: Technischer Magnetkreis

2. Standort

In unseren Laboren im Helmholtzbau H2546, H2547, H2548 und H2549.

3. Ziel und Inhalt

Untersuchung des Einflusses des Luftspaltes δ und der Streuung am Luftspalt auf die Φ - V -Kennlinie eines technischen Magnetkreises, Bestimmung des Streufaktors σ , Diskussion von Ersatzschaltbildern des Magnetkreises bei verteilten stromdurchflossenen Wicklungen.

4. Vorausgesetztes Wissen

- Skalare und vektorielle Größen in magnetischen Feldanordnungen
- Durchflutungsgesetz, vereinfachende Voraussetzungen für seine Anwendung
- Technischer Magnetkreis, vereinfachtes Ersatzschaltbild, magnetisches Widerstandsmodell zur Charakterisierung der Flussteilung (Φ_δ , Φ_σ) am Luftspalt. Magnetische Spannungsgleichung und Knotensatz der magnetischen Flüsse, Streufaktor σ .
- Ausmessen von Gleichfeldern mit der Hallsonde, Wirkprinzip der Hallsonde, zugrunde liegende elektromagnetische Gleichungen
- Kommutierungskennlinien ferromagnetischer Stoffe

5. Literatur zur Vorbereitung

- Vorlesungs- und Übungsunterlagen Allgemeine Elektrotechnik
- Lehrbuch Seidel/Wagner, Allgemeine Elektrotechnik, Kap. 3, Unicopy Ilmenau 2009
- Anleitung zu Versuch GET 2

6. Vorbereitung

6.1. Lösen Sie die Aufgabe 03.04.08 aus der Aufgabensammlung „Allgemeine Elektrotechnik“ (<http://taskweb.getsoft.net/aufgaben>)

6.2. Geben Sie die Messschaltung zur Aufnahme der $\Phi - V_{\text{Umlauf}}$ -Kennlinie (bzw. $B-H$ -Kennlinie) eines technischen Magnetkreises mit Hilfe eines Integriergliedes und eines Oszilloskops an (s. Anleitung zu Versuch GET2). Leiten Sie die Beziehung zwischen der magnetischen Spannung V_{Umlauf} und der Spannung U_X am X-Eingang sowie dem magnetischen Fluss Φ und der Spannung U_Y am Y-Eingang des Oszilloskops her.

6.3. Wie ermittelt man aus den aufgenommenen Kennlinien die jeweilige Luftspaltkennlinie

$$R_{m\sigma\delta} = \frac{V_\delta}{\Phi} \text{ und daraus den Streufaktor } \sigma?$$

7. Geräte und Baugruppen am Versuchsplatz

- 1 Trennstelltransformator TST 280/6
- 1 Technischer Magnetkreis, UI-Kern:
 $N_{11} = 400, N_{12} = 400, N_{13} = 200, N_{21} = 400, N_{22} = 400, N_{23} = 200$
GET8a: $l_{\text{Fe}} = 480 \text{ mm}, A_{\text{Fe}} = A_\delta = 1600 \text{ mm}^2$
GET8b: $l_{\text{Fe}} = 430 \text{ mm}, A_{\text{Fe}} = A_\delta = 1300 \text{ mm}^2$
- 4 Distanzstücke
- 1 Digital-Speicheroszilloskop TDS2002B
- 1 Bauteil RC-Glied ($R = 100 \text{ k}\Omega, C = 3.3 \text{ }\mu\text{F}$)
- 1 Messwiderstand $R_M = 1 \text{ }\Omega$
- 1 Netzgerät
- 1 Teslameter (bei Laboraufsicht)

Hinweise zur praktischen Versuchsdurchführung

Änderungen in der Schaltung nur nach allpoliger Trennung vom Netz vornehmen!

Beobachten Sie den Einfluss des Luftspaltes auf die Form der Hysterese-Kennlinie mit Hilfe des Oszilloskops. Zur Kennlinienaufnahme werden die Spannungen \hat{U}_x und \hat{U}_y mit dem Oszilloskop gemessen.

Die Hallsondenmessung erfordert eine **Gleichfelderregung**. Dafür wird der Strom I von 1 A mittels Netzgerät eingestellt. Machen Sie sich mit der Bedienung des Teslameters vertraut.

Verhindern Sie die mechanische Beschädigung des Sondenträgers beim Messen! Achten Sie auf **die waagerechte Lage des Sondenträgers** beim Messen im Luftspalt (Einfluss auf den Maximalwert der Flussdichte \hat{B}). Drehen Sie die Hallsonde während der Messung nicht um 180° (Grund: Vorzeichen der Messwerte).

8. Aufgabenstellung und Versuchsauswertung

Kommutierungskennlinien

- 8.1. Nehmen Sie die $\Phi - V_{\text{Umlauf}}$ -Kennlinie (Summenkennlinie) des technischen Magnetkreises (Hauptwicklung $N_1 = N_{13} + N_{23}$ und Hilfswicklung $N_2 = N_{12} + N_{22}$) für die Luftspalte $\delta/2 = 0; 0.5; 1; 2; 4$ mm für den Strom \hat{I} von 0 A bis 2,0 A in Schritten von 0,2 A auf.
- 8.2. Die Kennlinien sind in ein gemeinsames Diagramm einzutragen. Rechnen Sie für $\delta = 0$ die $\Phi - V_{\text{Umlauf}}$ -Achsen in die $B-H$ -Achsen um. Welcher magnetischen Kennlinie entspricht die Darstellung im $B-H$ -Diagramm?
- 8.3. Ermitteln Sie durch Subtraktion der Eisenkreiskennlinie ($V_{\text{Fe}}(\Phi)$ für $\delta = 0$) von den Summenkennlinien $V_{\text{Umlauf}}(\Phi)$ für $\delta/2 = 0,5; 1; 2; 4$ mm die Kennlinien des Luftspaltes $V_{\delta}(\Phi) = f(\Phi)$.
- 8.4. Berechnen Sie den Streufaktor σ für die einzelnen Luftspalte und stellen Sie den Streufaktor in Abhängigkeit von der Luftspalllänge δ grafisch dar.

Flussdichteverteilung über den Polflächen bei verteilten Durchflutungen der Gleichstromerregung

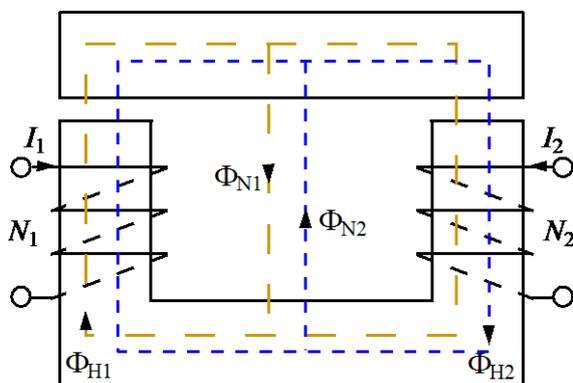
- 8.5. Messen Sie für $\delta/2 = 2$ mm (vorbereitetes Distanzstück) und $I = 1$ A (Netzgerät) die Flussdichteverteilung auf der Mittellinie der Polflächen in den Punkten 1 bis 6 für die Anordnung mit Einstellungen a)-d).



Querschnitt des Luftspaltes

- a) $N = N_{11} + N_{21}$ gleicher Wicklungssinn
 b) $N = N_{11} + N_{21}$ entgegengesetzter Wicklungssinn
 c) $N = N_{11} + N_{12}$ gleicher Wicklungssinn
 d) $N = N_{11} + N_{12}$ entgegengesetzter Wicklungssinn
 e) Messen Sie bei $I = 0$ A die Flussdichteverteilung in den Punkten P1 – P6.

- 8.6. Stellen Sie die gemessenen Flussdichteverteilungen a) bis e) in Form von Säulendiagrammen grafisch dar. Begründen Sie die gemessenen Flussdichteverteilungen (Betrag und Richtung) anhand der zugehörigen Ersatzschaltbilder des jeweiligen magnetischen Kreises.



Hauptflüsse und Flussnebenwege

Die Messungen für verschiedene Durchflutungen bzw. Gegendurchflutungen zeigen, dass weitere Streuflussanteile sich auf Nebenwegen schließen, wie die Modellbildung im Bild nebenan charakterisiert. Werden die Durchflutungen in gleicher Wirkungsrichtung bezüglich des Flusses gleichmäßig auf die Schenkel verteilt, kompensieren sich die Streuflussanteile der Einzeldurchflutungen auf den Nebenwegen, was zum streuarmeren Wicklungsaufbau des U-I-Kerns führt.