



Nachklausur zur Vorlesung  
**Elektrische Maschinen, LVA 362.063**

17. Oktober 2023, Beginn: 13:45, MT 270

**Name:** ..... **Vorname:** ..... **Matr.-Nr.:** .....

**Studienkennzahl:** .....

Anzahl bisheriger Prüfungsantritte: .....

---

Ich bestätige hiermit durch meine Unterschrift, dass es sich bei diesem Prüfungsantritt laut Studienrecht nicht um den dritten beziehungsweise einem dem dritten nachfolgenden Prüfungsantritt handelt.

Unterschrift: .....

*Hinweis: Der Prüfungsantritt darf nur unter Angabe obiger Daten und mit obiger Bestätigung erfolgen.*

**(Aufgabenstellung zusammen mit Ihren Lösungsblättern abgeben.)**

## Aufgaben

### Themenkreis: Gleichstrommaschine

1. Leiten Sie die Drehzahl-Drehmoment Gleichung für die Gleichstrommaschine auf Basis der Grundgleichungen her.
2. Zeichnen Sie aufgeschnitten und in die Ebene abgerollt einen Stator einer Gleichstrommaschine mit Erregerwicklung (zwei Pole), darunter den Luftspalt der Maschine und angrenzend zum Luftspalt den Ankerstrombelag in Form einer Verteilung von heraus- und hineintretenden Strömen, sowie die richtige Lage der Kommutatorbürsten (Annahme Schleifenwicklung).  
Hinweis: Der Ankerstrombelag soll in Bezug zum Feld der Erregerwicklung jene Lage haben, in der maximales Moment erzielt wird.
3. Zeichnen Sie direkt darunter (mit Winkelbezug zur Zeichnung) in Diagrammen die Verteilung
  - a. der Ankerdurchflutung,
  - b. des Ankerstrombelages,
  - c. der Flussdichte des Ankerfeldes im Luftspalt,
  - d. der Flussdichte des Erregerfeldes im Luftspalt,
  - e. der Gesamtluftspaltflussdichte (ungesättigter Fall),
  - f. der Gesamtluftspaltflussdichte für den Fall, dass infolge sehr hoher Ankerströme eine Sättigung eintritt.

**Themenkreis: Kraft- und Drehmomenterzeugung**

4. Stellen Sie den Feldübergang ( $H$ -Feld) an der Grenzfläche zwischen einem weichmagnetischen Körper und Luft dar. Wie lauten die Beziehungen zwischen den Normal- bzw. den Tangentialkomponenten der magnetischen Feldstärken und der Flussdichten (vier Gleichungen)?
5. Vereinfachen Sie die Gleichung für die mechanische Spannung

$$\sigma = \frac{\mu_1 - \mu_2}{2} \vec{H}_1 \vec{H}_2$$

unter der Annahme  $\mu_1 = \mu_{Fe} \gg \mu_2 = \mu_0$  Schritt für Schritt soweit wie möglich.

**Themenkreis: Asynchronmaschine**

6. Für die Drehzahlsteuerung einer Asynchronmaschine greift man häufig auf eine Spannungs-Frequenzsteuerung ( $U/f$ -Ansteuerung) zurück. Legen Sie dar, warum eine alleinige Drehzahlstellung mit der Spannung oder der Frequenz zu keinen befriedigenden Ergebnissen führt.
7. Zeichnen Sie in ein Diagramm die Betriebskurven für die Steuerspannung  $U_s$ , die mechanische Leistung  $P$  und das Drehmoment  $M$  jeweils als Funktion des Verhältnisses Steuerfrequenz zur Nennfrequenz ( $f_s/f_N$ ). Unterscheiden Sie hierbei jeweils zwischen zwei Betriebsarten. Wie heißen diese?
8. Zeichnen Sie in ein zweites Diagramm die Kennlinienschar der Drehzahl-Drehmomentkennlinien in normierter Form ( $n/n_N$  bzw.  $M/M_N$ ) für diese zwei Betriebsbereiche.
9. Was würde passieren, wenn die Steuerkurve  $U_s$  aus Aufgabe 7 durch den Ursprung ginge? Zeichnen Sie das Resultat in einer anderen Farbe in das Drehzahl-Drehmoment-Diagramm aus Aufgabe 8 ein.

**Themenkreis: Synchronmaschine:**

10. Geben Sie zur Synchronmaschine zwei Ersatzschaltbilder an:
  - a. eines mit galvanischer Trennung zwischen dem Läufer- und dem Statorstromkreis und
  - b. eines, bei dem die galvanische Trennung aufgehoben ist.
 Durch welchen mathematischen Ansatz wird die galvanische Trennung aufgehoben?  
 Leiten Sie die Gleichung für den ständerseitig bezogenen Erregerstrom her.  
 Wie lautet die Gleichung für den Magnetisierungsstrom?  
 Was versteht man unter dem Magnetisierungsstrom? Kann man ihn messen (Begründung)?
11. Leiten Sie ausgehend von dem Ersatzschaltbild aus Aufgabe 10a und einer üblichen Vereinfachung die Gleichung für den Ständerstrom her. Zeichnen Sie auf dieser Basis Stromortskurven und tragen Sie die Ständerspannung sowie die beiden Komponenten des Ständerstromes ein. Wählen Sie hierfür einen Betriebspunkt im dritten Quadranten.  
 Tragen Sie alle Betriebsbereiche der Maschine sowie Linien konstanten Momentes in die Ortskurve ein. Kennzeichnen Sie den stabilen und instabilen, sowie den unter- und überregten Bereich.
12. Was passiert, wenn der Polradwinkel, ausgehend von einem Betriebspunkt im dritten Quadranten, zu Null wird? Wie heißt dieser Betriebsfall? Benennen Sie für diesen Betriebsfall eine Anwendung.  
 Zeichnen Sie hierzu das vollständige Spannungs- und Stromzeigerdiagramm.