

Nachklausur zur Übung

Elektrische Maschinen

19. September 2023, 08:30, BA9910

Name: Vorname: Matr.-Nr.:

Studienkennzahl:

Bitte unterschreiben Sie die folgende Eidesstattliche Erklärung.

Hinweis: Ohne diese Erklärung kann keine Bewertung Ihrer Prüfungsarbeit erfolgen.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit bestätige ich, die Klausur aus „UE Elektrische Maschinen“ am 19.09.2023 eigenständig und ohne Verwendung unerlaubter Hilfsmittel absolviert zu haben.

.....
Datum, Ihre Unterschrift

Hinweise:

- *Es werden ausschließlich Fragen zum Angabezettel beantwortet.*
- *Es müssen nicht alle Angaben für die Berechnungen nötig sein!*
- *Geben Sie alle verwendeten Einheiten, Maßstäbe, Formeln und Schaltungen (z.B. Maschen- und Knotengleichungen ohne Schaltung mit Zählpfeilen werden nicht gewertet!) an. Komplexe Größen sind als solche erkennbar zu machen.*
- *Geben Sie alle Rechenschritte zu Ihrer Lösung an. Ergebnisse ohne erkennbaren Rechengang werden nicht gewertet!*
- *Falls Sie Vernachlässigungen oder Vereinfachungen treffen, müssen Sie diese begründen und den Fehler abschätzen!*

Aufgabe 1: Gleichstrommaschine

Von einer **fremderregten** Gleichstrommaschine sind folgende Daten bekannt:

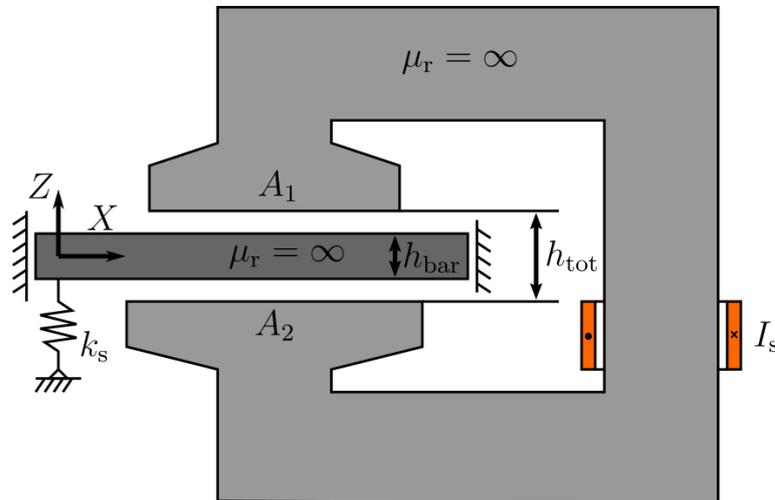
- $U_{AN} = 460 \text{ V}$
- $I_{AN} = 665 \text{ A}$
- $P_N = 273 \text{ kW}$
- $n_N = 360 \text{ rpm}$
- $I_{FN} = 30 \text{ A}$
- $U_{FN} = 230 \text{ V}$

Alle Verluste außer den Kupferverlusten sowie die Eisensättigung sind zu vernachlässigen.

1. Berechnen Sie den Ankerwiderstand R_A .
2. Berechnen Sie den Nennwirkungsgrad η_N .
3. Wie groß ist die Leerlaufdrehzahl n_0 ?
4. Die Maschine soll nun als Nebenschlussmaschine am 230V-Gleichspannungsnetz betrieben werden.
 - a. Auf welche Werte stellen sich die Leerlaufdrehzahl $n_{0,N}$ und die Drehzahl $n_{N,N}$ bei Belastung mit Nennmoment ein?
 - b. Bestimmen sie die Leistung an der Welle P_m .
 - c. Ist dieser Betriebsfall thermisch zulässig (d.h. die Wicklungsströme überschreiten nicht die Nennwerte). Begründen Sie ihre Antwort!

Aufgabe 2: Magnetkreis

Gegeben ist folgender planarer Magnetkreis:



- Die in der Abbildung eingezeichneten Parameter sind bekannt.
 - A_1 ... Querschnittsfläche des oberen Zahns
 - A_2 ... Querschnittsfläche des unteren Zahns
- Der Anker befindet sich im nicht ausgelenktem Zustand bei Position $z = 0\text{mm}$ symmetrisch im Luftspalt und ist gegen Verkippung und Auslenkung in X-Richtung ideal (reibungsfrei) gelagert.
- Die Feder mit der Federsteifigkeit k_s ist in dieser Position nicht gespannt und kann als ideal angenommen werden.
- Die Erregerspule mit ihrem Spulenstrom I_s besitzt die Windungszahl N .
- Alle Streuflüsse können vernachlässigt werden.
- Die Wirkung der Schwerkraft kann vernachlässigt werden.

Lösen Sie folgende Aufgabenstellungen allgemein:

1. Zeichnen sie das magnetische Feldlinienbild aufgrund der bestromten Spule in die obige Abbildung inklusive Feldrichtung ein.
2. Zeichnen Sie alle auf den Anker wirkenden Kräfte vorzeichenrichtig ein, wenn dieser in positive Z-Richtung ausgelenkt werden würde.
3. Berechnen Sie alle auf den Anker wirkenden Kräfte allgemein, sodass diese nur noch von bekannten Parametern und der Ankerposition z abhängen.
4. Zeichnen sie einen resultierenden Kraftpfeil auf den Anker ein und bestimmen sie diese resultierende Kraft nur in Abhängigkeit bekannter Parameter und der Ankerposition z .
5. Welche Kraftwirkung stellt sich in der Position $z = 0\text{mm}$ bei bestromter Spule ein?
6. Ermitteln Sie jene Funktion der resultierenden Kraft $F_r(z)$, wenn die Flächengleichheit $A_1 = A_2$ gegeben ist. Interpretieren Sie das Ergebnis.
7. Ermitteln sie eine allgemeine Formel zur Bestimmung der notwendigen Bestromung I_{sR} , damit sich eine beliebige Ruhelage z_R einstellt, wenn $A_1 = 2 \cdot A$ und $A_2 = A$ gilt.

Aufgabe 3: Drehstrommaschinen

In einem produzierenden Kleinunternehmen liefert ein an eine Wasserkraftturbine angeschlossener Synchrongenerator die elektrische Leistung für ein Inselnetz, in welchem zwei baugleiche Asynchronmaschinen betrieben werden (andere Verbraucher können vernachlässigt werden). Sowohl der Synchrongenerator als auch die beiden Asynchronmaschinen haben 3 Stränge und sind in Stern verschalten. Vom Generator ist zusätzlich die Längsreaktanz $X_d=3,2\Omega$ bekannt. Die Stromortskurve der Asynchronmaschinen ist gegeben (Beilage).

In einem Betriebspunkt BP1 liefert der Generator eine Nennspannung von 450V. Des Weiteren sind in diesem Betriebspunkt die Polradspannung (Strang) $U_p=491V$ sowie der Polradwinkel $\upsilon = 29^\circ$ bekannt.

Generator:

1. Ermitteln Sie graphisch mit Hilfe eines maßstäblichen (geeigneten Maßstab wählen!) Zeigerdiagramms den Spannungsabfall über der Längsreaktanz und daraus den Ständerstrom I_s .
2. Ermitteln Sie des Weiteren den Leistungsfaktor $\cos(\varphi)$
3. Erzeugt oder verbraucht der Generator in diesem Betriebspunkt elektrische Blindleistung (Begründung)? Ermitteln Sie den entsprechenden Wert der Blindleistung.
4. Welche Wirkleistung erzeugt der Generator in diesem Betriebspunkt?

Asynchronmaschinen 1 (ASM1):

ASM 1 wird gerade mit maximalem Moment betrieben.

5. Zeichnen Sie den Betriebspunkt von ASM1 im Osannakreis ein.
6. Ermitteln Sie Wirk- und Blindleistungsbedarf von ASM1 in diesem Betriebspunkt.

Asynchronmaschine 2 (ASM2):

7. Ermitteln Sie die für ASM2 im Inselnetz noch zur Verfügung stehende Wirk- und Blindleistung.
8. Ermitteln Sie im Osannakreis nachvollziehbar einen Betriebspunkt für ASM2, sodass die zur Verfügung stehende Wirkleistung ausgeschöpft wird und zeichnen Sie diesen Betriebspunkt im Osannakreis ein.
9. Kann die in diesem Betriebspunkt die von ASM2 benötigte Blindleistung gedeckt werden? Falls nicht, was wäre eine mögliche Abhilfe?
10. Ermitteln Sie den Schlupf, bei welchem ASM2 im Lastpunkt aus Punkt 8. betrieben wird.