

1. Teilklausur zu den Übungen

Elektrische Maschinen

sowie

Elektrische Maschinen und Antriebselektronik

04. Mai 2024 um 10:15 Uhr, JKU HS1, Linz

Nachname: Vorname:

Matr.-Nr.: SKZ:

Anzahl bisheriger Prüfungsantritte:

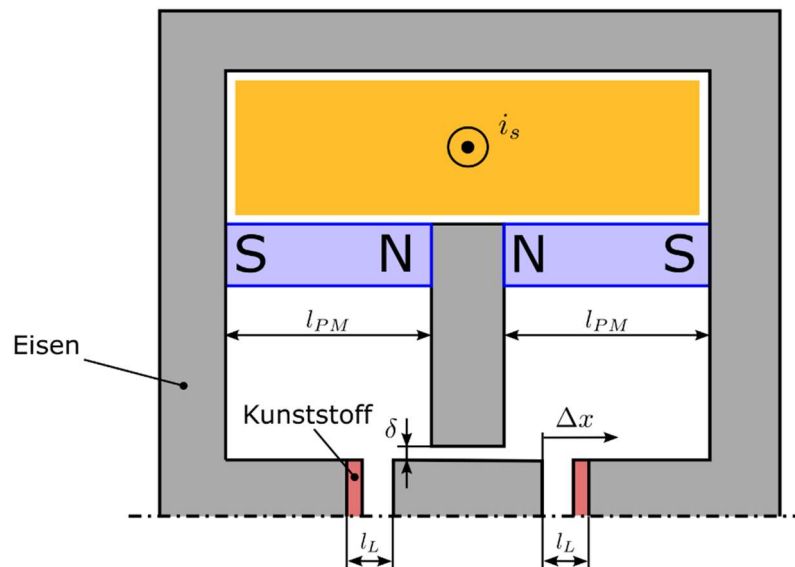
Ich bestätige hiermit durch meine Unterschrift, dass es sich bei diesem Prüfungsantritt laut Studienrecht nicht um den dritten beziehungsweise einem dem dritten nachfolgenden Prüfungsantritt handelt.

Unterschrift:

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

Aufgabenstellung zusammen mit Ihren Anlageblättern abgeben!

Aufgabe 1 – Magnetkreis



Gegeben ist der Schnitt des rotationssymmetrischen Aktuators. In der symmetrischen Mittelstellung ($\Delta x = 0\text{mm}$) ergibt sich in axialer Richtung jeweils eine Luftspaltlänge von $l_L = 5\text{mm}$. Die axialen Endlagen sind bei $\Delta x = +4\text{mm}$ und $\Delta x = -4\text{mm}$ durch einen Anschlag auf einem Kunststoffteil mit $\mu_r = 1$ definiert.

Die **geometrischen Abmessungen** sind mit

Länge der Permanentmagneten	$l_{PM1} = l_{PM2} = l_{PM} = 50\text{mm}$
Querschnittsfläche der Permanentmagneten	$A_{PM1} = A_{PM2} = A_{PM} = 300\text{mm}^2$
Länge des radialen Luftspaltes	$\delta = 1\text{mm}$
mittlere Querschnittsfläche des radialen Luftspaltes	$A_{Lr} = 250\text{mm}^2$
Länge der axialen Luftspalte bei $\Delta x = 0\text{mm}$	$l_L = 5\text{mm}$
Querschnittsfläche der axialen Luftspalte	$A_{L1} = A_{L2} = A_L = 400\text{mm}^2$

gegeben.

Die **Permanentmagneten** weisen eine **Remanenzflussdichte** von $B_r = 0.70\text{T}$ und eine **fiktive Koerzitivfeldstärke** von $H'_c = 520\text{kA/m}$ auf. Die **Windungszahl der Spule** beträgt $N = 2000$.

Weiters können folgende **Annahmen** getroffen werden:

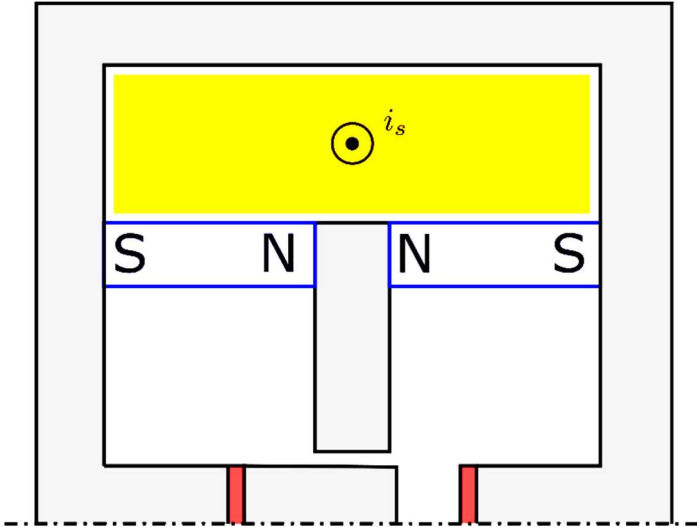
- Permeabilität des Eisens $\mu_{Fe} = \infty$
- Der durch die Spule erzeugte Fluss fließt nicht über die Permanentmagneten.
- Kein Fluss von PM1 fließt über PM2 und umgekehrt.
- Der radiale Luftspaltwiderstand kann mittels der mittleren Querschnittsfläche A_{Lr} des radialen Luftspaltes und der radialen Luftspaltlänge δ angenähert werden.
- Eine radiale Verschiebung und Verkipfung des Magnetankers kann ausgeschlossen werden.

Aufgaben zum Magnetkreis:

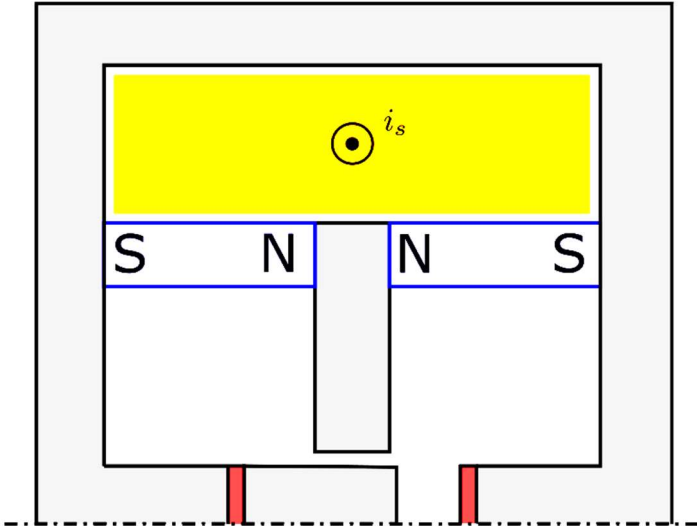
1. Wieviele stabile Ruhelagen weist das System im unbestromten Zustand auf? Geben sie die zugehörigen axialen Auslenkungen Δx an.
2. Zeichnen Sie für $\Delta x = -4\text{mm}$ des Magnetankers die magnetischen Flüsse ein. Achten Sie auf eine korrekte Definition der Vorzeichen. Beschriften Sie die Flüsse. Verwenden Sie dazu das Beiblatt.
3. Erstellen Sie das/die magnetische(n) Ersatzschaltbild(er) des gegebenen Schnitts.
4. Berechnen Sie die Kraft, welche im unbestromten Fall auf den Anker wirkt, wenn dieser bei $\Delta x = -4\text{mm}$ steht.
5. Berechnen Sie welcher Strom notwendig ist, um den Anker von der linken Endposition ($\Delta x = -4\text{mm}$) zu lösen.

Beiblatt Magnetkreis

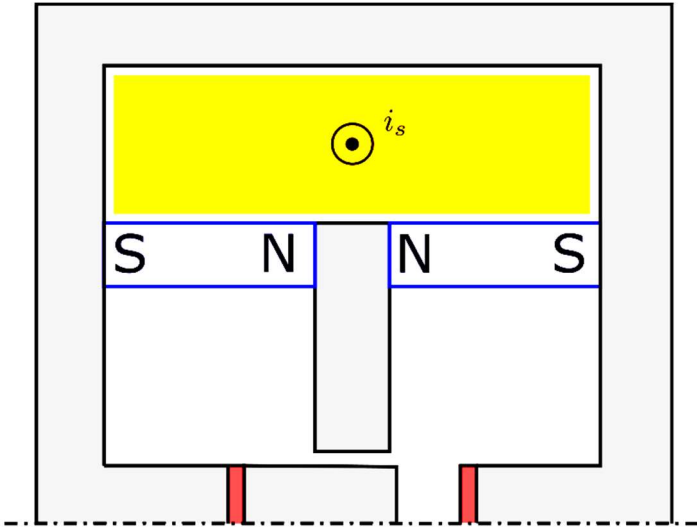
Fluss / Teilflüsse der Spule



Fluss / Teilflüsse von PM1



Fluss / Teilflüsse von PM2



Aufgabe 2 – Gleichstrommaschine

Gegeben ist eine gängige permanentmagneterregte Gleichstrommaschine mit dem entsprechenden Typenschild.

JKU Motoren					
Typ	EAL 123 456				
GSM	Nr.	000 001			
150	V	10	A		
	$\cos\varphi$				
2500	min^{-1}	Hz			
	V	A			
Isol. Kl.	F	IP	23	t	

Der Motor wird stets mit der Nennspannung versorgt und mit einem konstanten Drehmoment M_L von 4 Nm belastet. Der Ankerwiderstand R_A der Maschine wurde gemessen und beträgt 2.5Ω . Der Rotor sowie die angekoppelte Last besitzen die Trägheit $J_{GM} = 0.22 \text{ kgm}^2$ bzw. $J_{Last} = 0.15 \text{ kgm}^2$.

Die Maschine kann als linear angenommen werden (d.h. keine Eisenverluste, verschwindende Induktivitäten, keine Reibung)

- 1) Zeichnen Sie das elektrische Ersatzschaltbild einer permanentmagneterregten Gleichstrommaschine. Leiten Sie aus den drei Grundgleichungen für U_A , U_q und M die Drehzahl-Drehmomenten-Kennlinie $n(M)$ her
- 2) Berechnen Sie die Motorkonstante $c\phi$, das Nennmoment M_N , die Leerlaufdrehzahl n_0 , die Nennleistung P_N sowie die Drehzahl n_{BP1} und den Wirkungsgrad η_{BP1} der Maschine bei gegebener Belastung.
- 3) Welches maximale Drehmoment M_{max} und welcher maximale Anlaufstrom I_{max} ergeben sich bei einem Startvorgang mit Nennspannung und Nennerregung?
- 4) Beim Anlauf darf der 1.5-fache Ankerstrom nicht überschritten werden. Welcher Ankervorwiderstand R_V ist in diesem Fall vorzusehen? Welche Drehzahl n_{BP2} stellt sich für den gegebenen Lastfall mit dem Ankervorwiderstand ein?
- 5) Der Vorwiderstand wird nach dem Erreichen von n_{BP2} abgekoppelt. Zeichnen Sie die das n/M -Diagramm für den Hochlauf der Maschine aus dem Stillstand und bezeichnen Sie alle relevanten Betriebspunkte.
- 6) Wie lange dauert die Beschleunigung auf Enddrehzahl für den gesamten Hochlauf (Zeit bis zum Erreichen von n_{BP1})? Skizzieren Sie den Drehzahl-Zeit Verlauf qualitativ und benennen Sie alle relevanten Betriebspunkte.

Achtung: Sie müssen auftretende Integrale nicht explizit berechnen, es reicht, wenn Sie die Gleichungen aufstellen und die Integrationsgrenzen definieren.