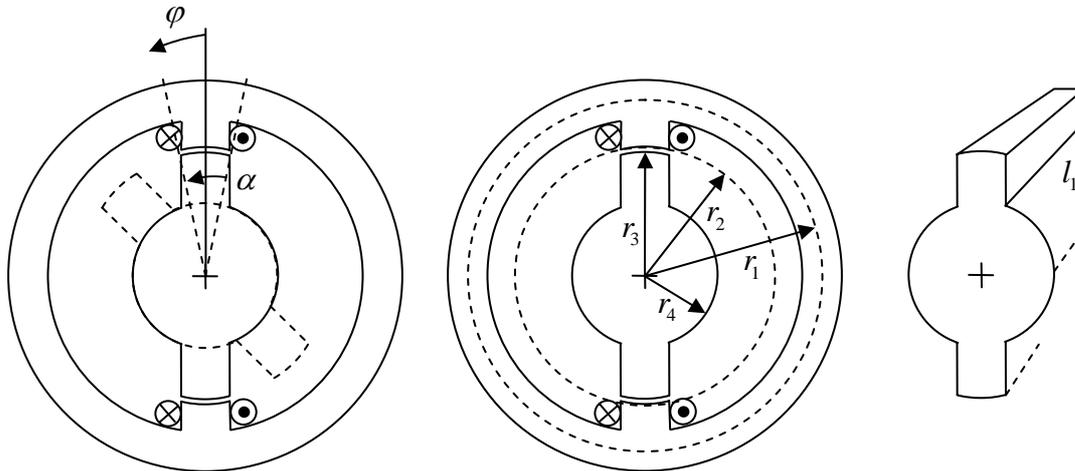


Mechatronik und elektrische Antriebe A

Übung 7: Switched-Reluctance-Motor

Gegeben sei ein SR-Motor mit zwei Polen. Der SR-Motor werde mit konstanter Drehzahl betrieben.



Der Motor habe die folgenden Abmessungen:

$$r_1 = 6,75\text{cm}, r_2 = 3,6\text{cm}, r_3 = 3,57\text{cm}, r_4 = 1,40\text{cm}, \alpha = 20^\circ \text{ und } l_1 = 11,4\text{cm}.$$

Die Windungszahl der Pole betrage $N = 72$.

Der Motor werde im Bereich unterhalb der Sättigung betrieben. Das Eisen im Stator kann in diesem Bereich als lineares Material mit der relativen Permeabilität $\mu_{r,FeS} = 4000$ betrachtet werden. Im Rotor sei der magnetische Widerstand des Eisens vernachlässigbar. Der ohmsche Widerstand der Statorwicklungen sei ebenfalls vernachlässigbar.

Teil A (als Vorbereitung für die Rechnerübung)

- Stellen Sie die Gleichungen für dem magnetischen Widerstand der Anordnung in Abhängigkeit vom Winkel φ auf. (Nehmen Sie für die Berechnung des Eisenwegs den mittleren Radius r_1 an.)
- Skizzieren Sie den Verlauf der Induktivität L der Anordnung in Abhängigkeit vom Winkel φ .
- Geben Sie die Gleichung für magnetischen Fluss $\Psi(\varphi, I)$ an.
- Stellen Sie die Gleichung für das Drehmoment T auf.
- Stellen Sie die Gleichung für die Stromänderung \dot{I} auf.

- f) Geben Sie eine Gleichung für den Stromsollwert $I^*(\varphi)$ an. Skizzieren Sie den Verlauf des Stromsollwertes I^* in Abhängigkeit vom Winkel φ .
- g) Skizzieren Sie einen Wirkungsplan für eine Stromregelung des SR-Motors.

Teil B (Rechnerübung)

- a) Plotten Sie den Verlauf der Induktivität $L(\varphi)$ für mindestens 2 Perioden.
- b) Plotten Sie den Verlauf $\Psi(I)$ für verschiedene Winkel φ in ein Diagramm.
- c) Plotten Sie den Verlauf des Drehmoments $T(\varphi)$ für mindestens 2 Perioden. Der Motorstrom sei konstant $I = 10A$. Wie muss der Motor bestromt werden, damit er motorisch arbeitet?
- d) Erstellen Sie eine Matlab Funktion $I = I(\varphi)$, die den Sollwert für den Strom bei motorischem Betrieb vorgibt. Testen Sie die Funktion in einem kleinen Modell. (Zum einbinden der Funktion in Simulink verwendet Sie den Block <MATLAB Function>)
- e) Erstellen Sie eine Matlab Funktion $T = T(I, \varphi)$. Testen Sie die Funktion in einem kleinen Modell.
- f) Erstellen Sie eine Matlab Funktion $\dot{I} = \dot{I}(U, \omega, \varphi, I)$.
- g) Entwerfen Sie einen Stromregler für den SR-Motor. Gehen Sie dazu wie folgt vor:
 - 1) Erstellen Sie ein Subsystem für die Drehmomentbildung. Verwenden Sie dazu die Matlabfunktion aus Punkt e).
 - 2) Erstellen Sie ein Subsystem für den Stromverlauf. Verwenden Sie dazu die Matlabfunktion aus Punkt f).
 - 3) Sehen Sie als Stellglied für die Spannung ein Subsystem vor, das zunächst nur eine Begrenzung auf $U_{DC, \max}$ enthält.
 - 4) Als Stromregler soll zunächst einen P-Regler verwendet werden.
 - 5) Erstellen Sie ein Subsystem zur Generierung des Stromsollwertes. Verwenden Sie dazu die Matlabfunktion aus Punkt d).
- h) Ermitteln Sie die zulässige P-Verstärkung des Stromreglers bei konstanter Motordrehfrequenz. ($\omega_m = 800\text{rad/s}$, $U_{DC, \max} = 500\text{V}$).
- i) Plotten Sie den Strom- und Spannungsverlauf für verschiedene Werte von ω_m . Wie groß ist die maximal mögliche Drehfrequenz?
- j) Plotten Sie die $\omega - T_{\max}$ -Kennlinie.