

## Gesamtklausur zur Vorlesung

# Elektrische Maschinen und Antriebselektronik

14. Dezember 2023, 09:15, MT 270

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

Studienkennzahl: .....

### Eidesstattliche Erklärung

Hiermit bestätige ich, diese Klausur aus „VO Elektrische Maschinen und Antriebselektronik“ 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!*

## Themenkreis Gleichstrommaschine

- 1) Das Drehmoment für die Gleichstrommaschine lässt sich mit

$$M = \frac{c}{2\pi} \phi I_A$$

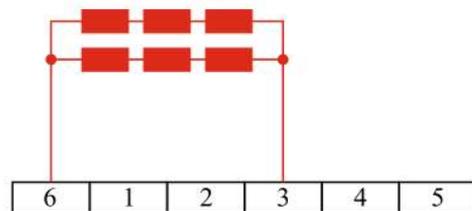
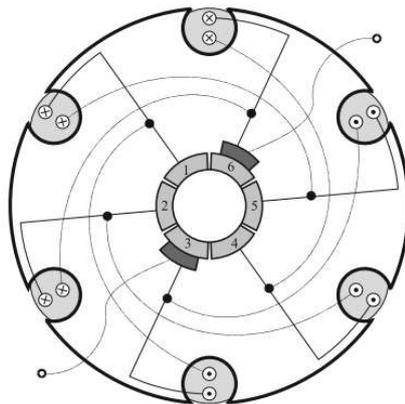
angeben.

Leiten Sie diese Beziehung aus der Leistungsbilanz der Maschine her!

- 2) Skizzieren Sie den Querschnitt einer Gleichstrommaschine, die über eine Kompensationswicklung verfügt!

Welche Aufgabe hat die Kompensationswicklung? Erklären Sie mit Unterstützung eines passenden Diagramms, wie die Kompensationswicklung wirkt!

- 3) Ordnen Sie dem unten links dargestellten Querschnitt (erkennbar) die einzelnen Spulen zu, welche unten rechts abgebildet sind. Die Bürsten sind dort im Eingriff mit Lamelle 3 und 6. Wie ändert sich das Schaltbild mit den Einzelspulen, wenn sich der Motor weiterdreht und die Bürsten dann auf Lamelle 1 und 4 zu liegen kommen?



## Themenkreis Asynchronmaschine

- 4) Geben Sie das allgemeine, nicht vereinfachte Ersatzschaltbild der Asynchronmaschine an. Bezeichnen Sie alle Größen. Wie werden die statorseitig bezogenen Läufergrößen umgerechnet? Geben Sie einen allgemeinen Umrechnungsfaktor  $\tilde{u}$  und darauf aufbauend für Spannungen, Ströme, Widerstände und Reaktanzen eine zugehörige Berechnungsvorschrift an.

Zeichnen Sie das zum Ersatzschaltbild zugehörige Zeigerdiagramm (Ströme und Spannungen, stator- und läuferseitige Größen) für motorisch induktiven Betrieb.

Geben Sie an, welches Bauteil des Ersatzschaltbildes welche jeweils zugehörige auftretende Wirkleistungskomponente repräsentiert. Trennen Sie gegebenenfalls Bauteile noch weiter auf, falls mehrere Wirkleistungskomponenten durch ein einzelnes Bauteil repräsentiert werden.

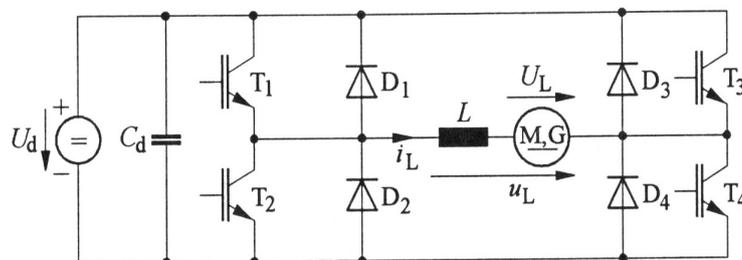
Geben Sie jeweils eine Formel für die Berechnung jeder einzelnen Wirkleistungskomponente basierend auf den Ersatzschaltbildelementen an.

## Themenkreis Synchronmaschine

- 5) Gehen Sie vom Ersatzschaltbild mit galvanischer Trennung von Stator- und Läuferkreis und der zugehörigen Statorspannungsgleichung für eine Vollpolmaschine aus. Geben Sie darauf aufbauend die Gleichung für den Statorstrom an und skizzieren Sie Stromortskurven der Synchronmaschine in der komplexen Ebene. Fügen Sie Trennlinien zwischen kapazitivem und induktivem sowie zwischen motorischem und generatorischem Betriebszustand ein. Fügen Sie Linien konstanten Moments ein. Kennzeichnen Sie alle eingefügten Linien und Geraden eindeutig.
- 6) Leiten Sie basierend auf der allgemeinen Gleichung für die Wirkleistung  $P_s$  der Synchronmaschine, in der unter anderem die Effektivwerte der Strangspannung und des Strangstroms enthalten sind, das entwickelte Drehmoment her. Vernachlässigen Sie hierbei jegliche Verluste. Das Drehmoment soll dabei, unter anderem, eine Funktion der Polradspannung, der Synchronreaktanz und des Polradwinkels sein. Stellen Sie den Verlauf des Drehmoments über den Polradwinkel dar, wenn alle anderen Maschinen- und Betriebsgrößen als konstant angenommen werden können und kennzeichnen Sie den motorischen und generatorischen Betriebszustand.

## Weitere Themen

- 7) Leiten Sie ausgehend von der Energieänderungsbilanz das Drehmoment eines m-strängigen magnetischen Wandlers als Funktion der magnetischen Koenergie her! Geben Sie für den linearen (sättigungsfreien) Fall für diesen Wandler in allgemeiner Form zunächst die magnetische Koenergie und anschließend das Drehmoment jeweils als Funktion der Induktivitäten an!
- 8) Wie können Sie mit Hilfe der dargestellten Vollbrückenschaltung die Gleichstrommaschine betreiben, wenn  $i_L > 0A$  und  $U_L < 0V$  gelten soll? Liegt Motor- oder Generatorbetrieb vor? Welche der Schalter  $T_1$  bis  $T_4$  müssen offen, geschlossen bzw. mittels PWM angesteuert werden? Wie ist für diesen Fall dann der Zusammenhang zwischen  $U_L$  und  $U_D$  in Abhängigkeit des Tastgrades  $D$  der PWM?



- 9) Welche Permanentmagnet-Materialien kennen Sie? Zeichnen Sie typische Entmagnetisierungskurven ( $B_m$  über  $H_m$ ) dieser Materialien in ein gemeinsames Diagramm ein.
- 10) Durch welche allgemeine Gleichung sind Raumzeiger der elektrischen Drehfeldmaschine (durch die Stranggrößen) definiert? Welcher Vorteil ergibt sich aus der Betrachtung/Berechnung elektrischer Maschinen mit Hilfe der Raumzeigerdarstellung?