

TT.MM.YYYY

Mastereingangstest

Masterstudiengang Mechatronik und Robotik

Name: _____

Fachbereich	Ergebnis	Bemerkung
Mathematik		
Technische Mechanik		
Elektrotechnik		
Mess- und Regelungstechnik		
Antriebstechnik		
Mechatronik		
Summe		

Bearbeitungsdauer: 90 Minuten

Erlaubte Hilfsmittel: Nichtprogrammierbarer Taschenrechner, Wörterbuch

Note: English annotations are given for comprehension reasons only!

Please state all your answers in German!

Mathematik

Aufgabe 1 (2 Punkte)

Gegeben seien die Vektoren

$$\vec{x} = \begin{pmatrix} -3 \\ 11 \end{pmatrix} \quad \text{und} \quad \vec{y} = \begin{pmatrix} -3 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Berechnen Sie die orthogonale Projektion $\vec{x}_{\vec{y}}$ von \vec{x} in Richtung von \vec{y} und den zu \vec{y} orthogonalen Bestandteil $\vec{x}_{\vec{y}}^{\perp}$.

Aufgabe 2 (3 Punkte)

Bestimmen Sie mithilfe einer Partialbruchzerlegung die Stammfunktionen von

$$f(x) = \frac{1}{(x-6)(x-5)}.$$

Hinweis: Geben Sie die Stammfunktion in allgemeingültiger Form an.

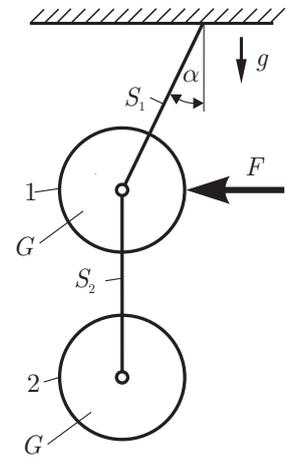
Platzhalter für Berechnungen

Technische Mechanik

Aufgabe 1 (2 Punkte)

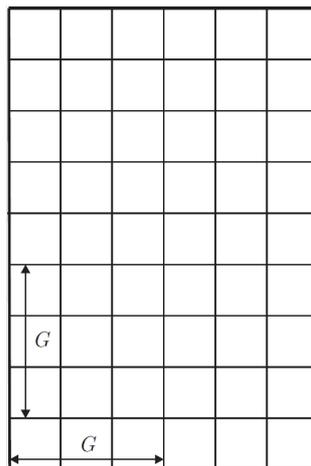
Die homogene Walze 1 (Gewicht G) ist über das masselose Seil S_1 an einer Decke befestigt. Die homogene Walze 2 (Gewicht G) ist mittels masselosem Seil S_2 mit Walze 1 verbunden. Auf die Walze 1 wirkt die horizontale Kraft F .

Gegeben (given): $G, F = G$.



Aufgabe 1a (1 Punkt)

Zeichnen Sie den Kräfteplan für die Walze 1!



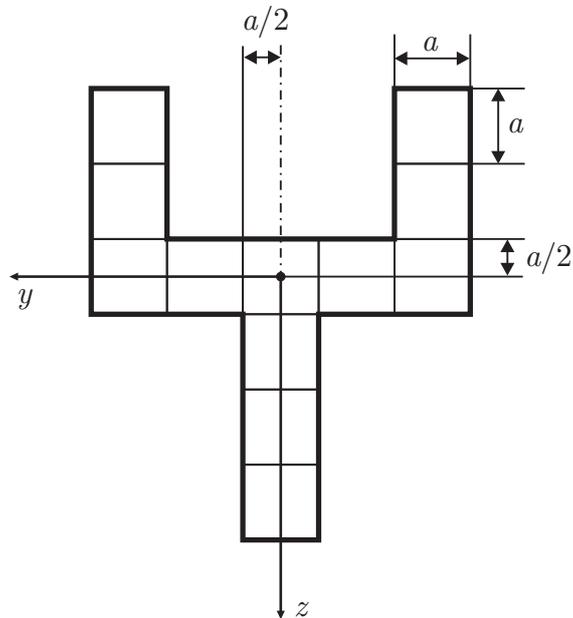
Aufgabe 1b (1 Punkt)

Ermitteln Sie die Seilkraft S_1 und den Winkel α im Gleichgewicht!

Aufgabe 2 (2 Punkte)

Berechnen Sie die Flächenträgheitsmomente des skizzierten Profils um die y - und um die z -Achse!

Gegeben (given): a .

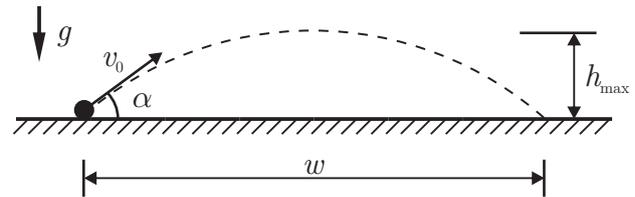


Platz für Berechnungen:

Aufgabe 3 (3 Punkte)

Eine Kugel wird auf einer horizontalen Ebene unter dem Winkel α mit der Austrittsgeschwindigkeit v_0 abgeschossen. Reibung zwischen Kugel und Umgebung kann vernachlässigt werden.

Gegeben (given): α , w , g .

**Aufgabe 3a (1 Punkt)**

Wie groß muss die Austrittsgeschwindigkeit v_0 sein, damit die Kugel bei der Weite w auftrifft?

Aufgabe 3b (1 Punkt)

Nach welcher Zeit $t(h_{\max})$ erreicht die Kugel ihre maximale Höhe h_{\max} ?

Aufgabe 3c (1 Punkt)

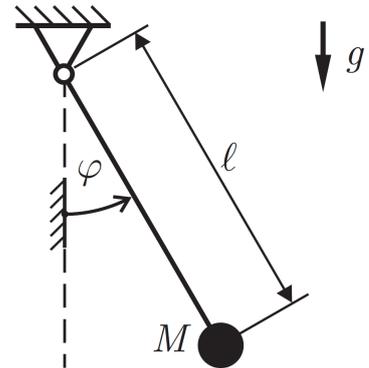
Unter welchem Winkel β gegenüber der Horizontalen trifft die Kugel wieder auf die Ebene?

Platz für Berechnungen:

Aufgabe 4 (3 Punkte)

Eine Punktmasse M hängt an einem masselosen Faden der Länge ℓ .

Gegeben (given): $g \approx 3\pi \text{ m/s}^2$, ℓ , $T^* = 2 \text{ s}$.

**Aufgabe 4a (1 Punkt)**

Geben Sie die Bewegungsgleichung für kleine Auslenkungen φ an!

Aufgabe 4b (1 Punkt)

Bestimmen Sie die Eigenkreisfrequenz ω_0 !

Aufgabe 4c (1 Punkt)

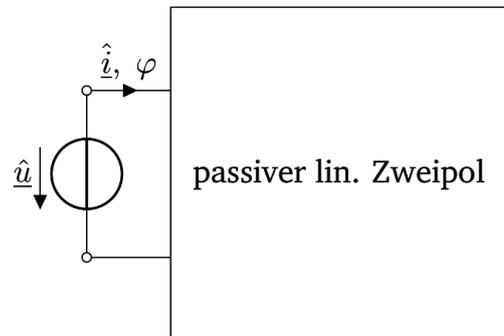
Für welche Pendellänge $\ell = \ell^*$ wird die Schwingungsdauer $T^* = 2 \text{ s}$ lang?

Platz für Berechnungen:

Elektrotechnik

Aufgabe 1 (2 Punkte)

An einen passiven, linearen Zweipol wird eine Spannungsquelle mit der Spitzenwertspannung \hat{u} und der Frequenz f angeschlossen. Gemessen wird der Spitzenwertstrom \hat{i} und die Phase zwischen Strom und Spannung φ .



Gegebene Größen (given):

$$\hat{i} = 70 \text{ mA}$$

$$\hat{u} = 20 \text{ V}$$

$$\varphi = +38^\circ$$

$$f = 2 \text{ kHz}$$

Aufgabe 1a (1 Punkt)

Berechnen Sie die Kreisfrequenz ω .

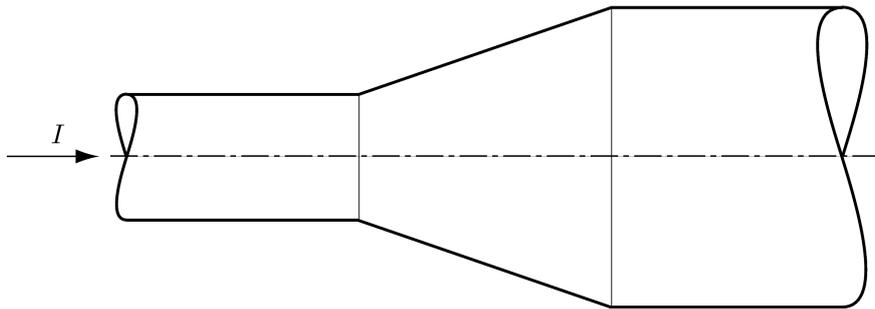
Aufgabe 1b (1 Punkt)

Berechnen Sie die Impedanz des unbekanntes Zweipols.

Aufgabe 2 (1 Punkt)

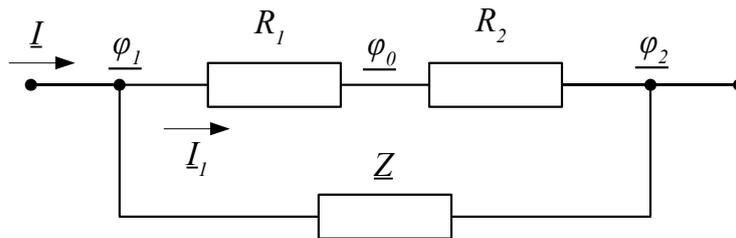
In einem Leiter mit zwei zylindrischen Abschnitten (sections) und einem konischen Übergangsstück (conical transition piece - see sketch/siehe Bild) fließt der Strom (current) I . Der Leiter besteht aus Metall mit konstantem spezifischen Widerstand (resistance). Skizzieren Sie die Äquipotenzialflächen des Strömungsfelds (equipotential regions of the electric flow field) in mindestens fünf Stufen pro Abschnitt.

Bitte tragen Sie die Lösung im Bild ein.



Aufgabe 3 (3 Punkte)

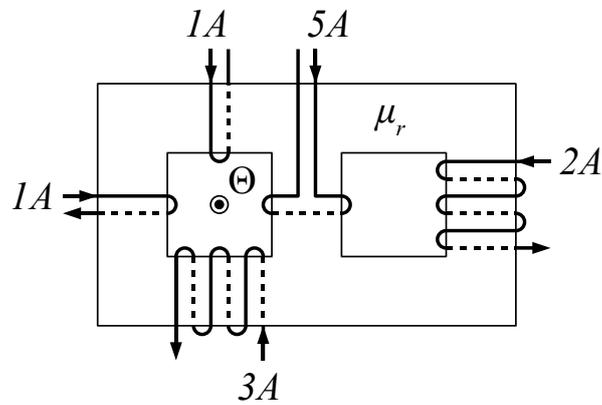
Berechnen Sie für das gezeigte Schaltbild die komplexwertigen Potentiale (complex potentials) $\underline{\varphi}_1$ und $\underline{\varphi}_2$. Geben Sie die Werte in kartesischer Form (Real- und Imaginärteile) mit Vorzeichen und Einheiten an. Welches Schaltelement beschreibt \underline{Z} ? (Give the values in cartesian form (real and imaginary part) with signs and units. Which circuit element does \underline{Z} represent?)



Gegeben (given): $I = 1 \text{ A}$, $\underline{\varphi}_0 = 0 \text{ V}$, $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $\underline{Z} = j \cdot 2 \Omega$

Aufgabe 4 (1 Punkt)

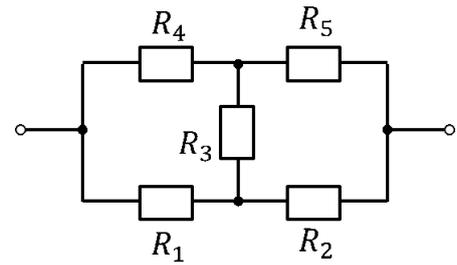
Bestimmen Sie für den gezeigten Magnetkreis (magnetic circuit) mit fünf Wicklungen (windings) die elektrische Durchflutung (current linkage) Θ des linken Fensters. Beachten Sie die vorgegebene Bezugsrichtung (given current direction).



Gegeben (given): $\mu_r = 1000$

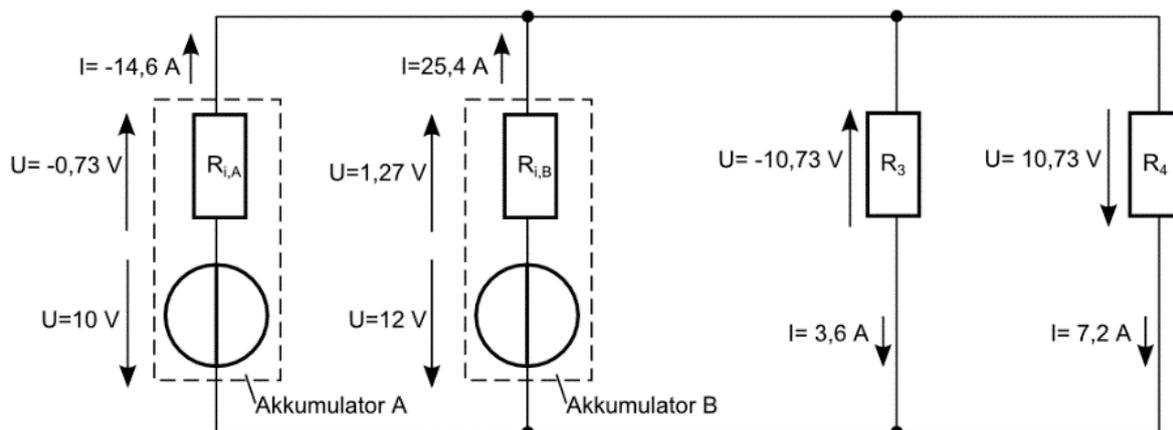
Aufgabe 5 (2 Punkte)

Gegeben ist der folgende Zweipol mit den Widerständen $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R$. Bestimmen Sie den zusammengefassten Widerstand zwischen den beiden Klemmen.



Aufgabe 6 (1 Punkt)

Gegeben ist folgendes Ersatzschaltbild:



Dabei repräsentieren die beiden linken Zweige jeweils ein einfaches Ersatzschaltbild eines Akkumulators und die beiden rechten Zweige jeweils ein einfaches Ersatzschaltbild eines Verbrauchers. Die angegebenen Ströme und Spannungen wurden ermittelt.

Wird der Akkumulator A geladen oder entladen?

- geladen
 entladen

Wird der Akkumulator B geladen oder entladen?

- geladen
 entladen

Wird am Widerstand R_3 elektrische Leistung aufgenommen oder abgegeben?

- R_3 nimmt elektrische Leistung auf
 R_3 gibt elektrische Leistung ab

Wird am Widerstand R_4 elektrische Leistung aufgenommen oder abgegeben?

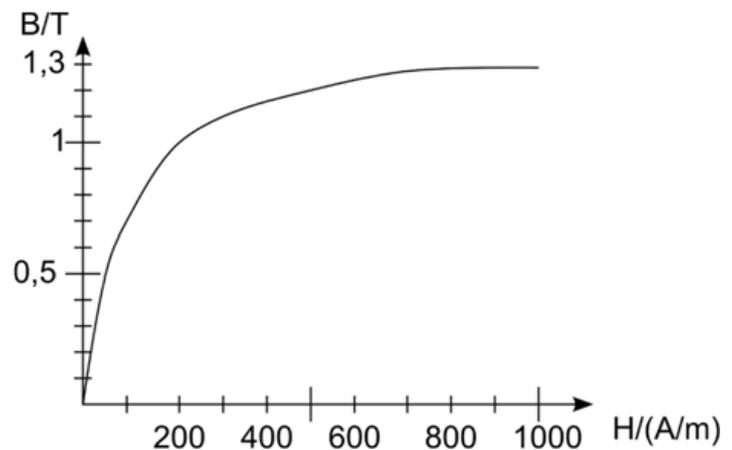
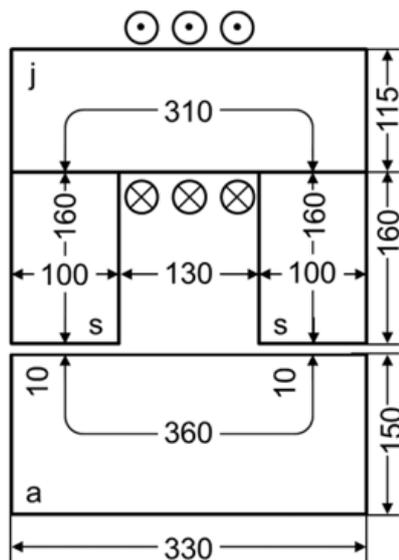
- R_4 nimmt elektrische Leistung auf
 R_4 gibt elektrische Leistung ab

Aufgabe 7 (3 Punkte)

Eisenkreis

In der Abbildung ist der magnetische Kreis eines Hubmagneten mit seinen Abmessungen in Millimeter skizziert. In allen Abschnitten liegen rechteckige Querschnitte der Dicke 80 mm vor. Anker a , Schenkel s und Joch j sind aus Elektroblech gefertigt, dessen H, B -Kurve gegeben ist. Der Luftspalt zwischen Anker und Schenkeln hat eine relative magnetische Permeabilität von $\mu_{Luft,r} = 1$.

Die Streuung und die Aufweitung des Feldes im Luftspalt sollen vernachlässigt werden.



Aufgabe 7a (1 Punkt)

Berechnen Sie die magnetischen Flussdichten in Joch (j), Schenkel (s) und Anker (a), für die Luftspaltflussdichte $B_{Luft} = 0,9 T$.

Aufgabe 7b (1 Punkt)

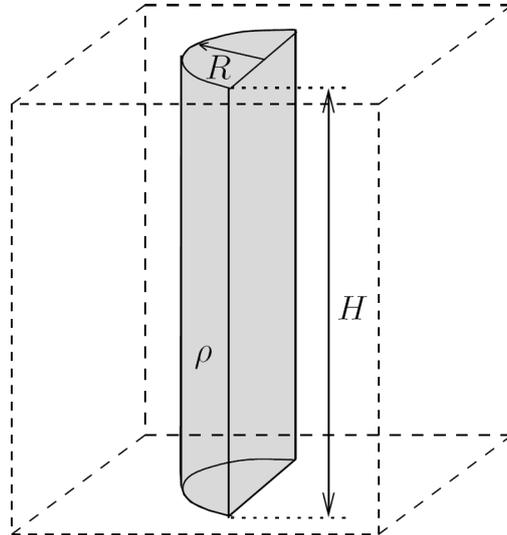
Wie groß ist die magnetische Feldstärke in Joch (j), Schenkel (s), Anker (a) und im Luftspalt?

Aufgabe 7c (1 Punkt)

Wie groß ist die erforderliche elektrische Durchflutung durch die um das Joch gewickelte Spule?

Aufgabe 8 (2 Punkte)

Ein dielektrischer Halbzylinder mit dem Radius R , der Höhe H und der Raumladungsdichte (density of volume charge) ρ befindet sich innerhalb der gezeigten, würfelförmigen Bilanzhülle (cubic balancing shell).



Bestimmen Sie den elektrischen Hüllenfluss (electric flux over the shell) Ψ durch die Bilanzhülle.

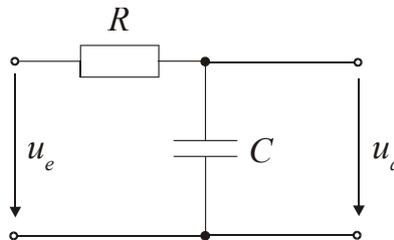
Gegeben (given): $R = 30 \text{ cm}$, $H = 1,5 \text{ m}$, $\rho = 20 \cdot 10^{-3} \text{ Cm}^{-3}$

Platz für Berechnungen:

Mess- und Regelungstechnik

Aufgabe 1 (3 Punkte)

Gegeben sei ein passiver Tiefpassfilter 1.Ordnung (passive first-order low-pass filter):



Aufgabe 1a (1 Punkt)

Geben Sie die zugehörige Übertragungsfunktion (transfer function) $G(s) = \frac{U_a(s)}{U_e(s)}$ an.

Aufgabe 1b (1 Punkt)

Geben Sie eine Gleichung für $|G(j \cdot \omega)|$ und $\varphi(\omega)$ an.

Aufgabe 1c (1 Punkt)

Skizzieren Sie einen passiven Hochpassfilter 1. Ordnung (passive first-order high-pass filter).

Aufgabe 2 (2 Punkte)

Kreuzen Sie unter den folgenden Aussagen die Richtige an.

Aufgabe 2a (1 Punkt)

Die Wurzelortskurven (root locus) kennzeichnen den Verlauf

- der Pole des offenen Regelkreises.
(open loop system)
- der Pole des geschlossenen Regelkreises.
(closed loop system)
- der Pole und Nullstellen des offenen Regelkreises.
(poles and zero points in open loop)

Aufgabe 2b (1 Punkt)

Damit ein System schnell abklingt, sollte der dominante Pol

(To make the system oscillation fade quickly, the dominant pole)

- möglichst weit entfernt von der imaginären Achse in der linken s-Halbebene liegen.
(should be located as far left as possible from the imaginary axis)
- möglichst nah an der imaginären Achse in der linken s-Halbebene liegen.
(should be located as near as possible to the imaginary axis in the left s-half-plane)
- möglichst weit entfernt von der imaginären Achse in der rechten s-Halbebene liegen.
(should be located as far as possible from the imaginary axis in the right s-half-plane)

Aufgabe 3 (3 Punkte)

Betrachtet wird ein System mit folgender Übertragungsfunktion (transfer function):

$$G(s) = \frac{X_a(s)}{X_e(s)} = \frac{s + 1}{s^2 + 4 \cdot s + 4}$$

Das System ist stabil (stable) und wird mit einer Testfunktion $x_e(t) = \sigma(t)$ (Sprungfunktion - step function) angeregt.

Hinweis (Hint): $\mathcal{L} \{ \sigma(t) \} = \frac{1}{s}$

Aufgabe 3a (1 Punkt)

Bestimmen Sie den Anfangswert (initial value) $\lim_{t \rightarrow 0^+} x_a(t)$.

Aufgabe 3b (1 Punkt)

Ist das System sprungfähig? Begründen Sie Ihre Antwort.

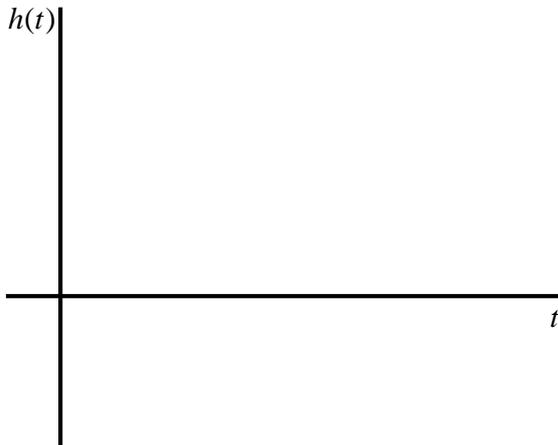
Aufgabe 3c (1 Punkt)

Bestimmen Sie den Endwert (final value) $\lim_{t \rightarrow \infty} x_a(t)$.

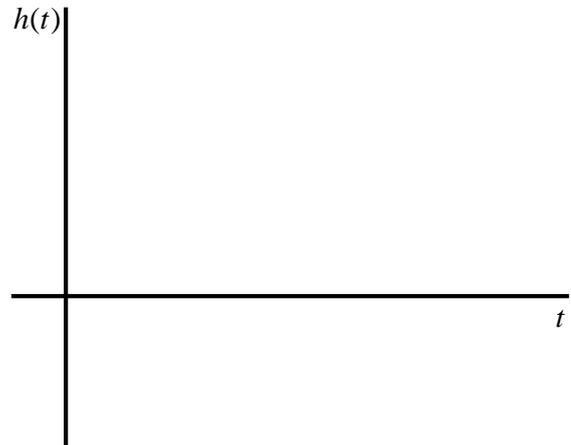
Aufgabe 4 (2 Punkte)

Zeichnen Sie die Sprungantworten von linearen Systemen qualitativ in die Diagramme ein, sodass die folgenden Eigenschaften gelten:

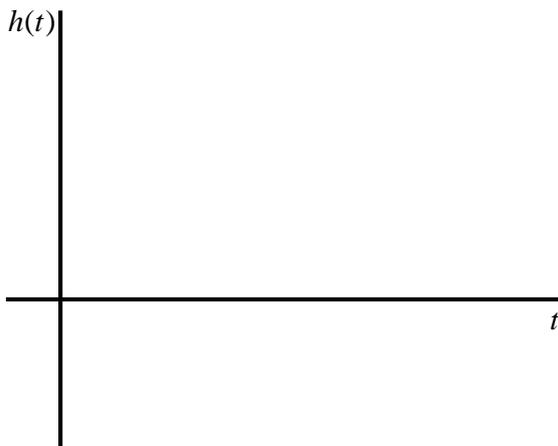
stabil, nicht schwingfähig, sprungfähig



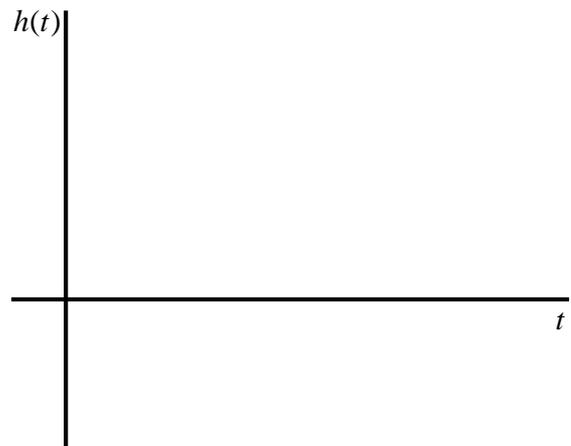
instabil, nicht schwingfähig, nicht sprungfähig



stabil, nicht schwingfähig, nicht sprungfähig

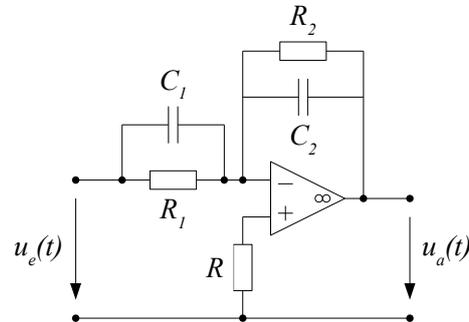


stabil, schwingfähig, nicht sprungfähig



Aufgabe 5 (3 Punkte)

Gegeben ist folgende Operationsverstärkerschaltung (circuit of an operational amplifier):



Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion (transfer function) $G(s) = \frac{U_a(s)}{U_e(s)}$

Aufgabe 6 (2 Punkte)

Kreuzen Sie korrekte Aussagen an!

Welche Achse/Achsen der Ortskurve ist/sind logarithmisch skaliert?

- Die x-Achse.
- Die y-Achse.
- Die x- und y-Achse.
- Keine.

Die Stabilität eines LZI-Systems ergibt sich

- ausschließlich aus der Lage der Nullstellen.
- ausschließlich aus der Lage der Pole.
- aus der Lage der Pole und Nullstellen.

Die Darstellung der Übertragungsfunktion $G(j\omega)$ in der komplexen Ebene nennt man:

- Wurzelortskurve
- Bodediagramm
- Ortskurve
- Nyquist-Kriterium

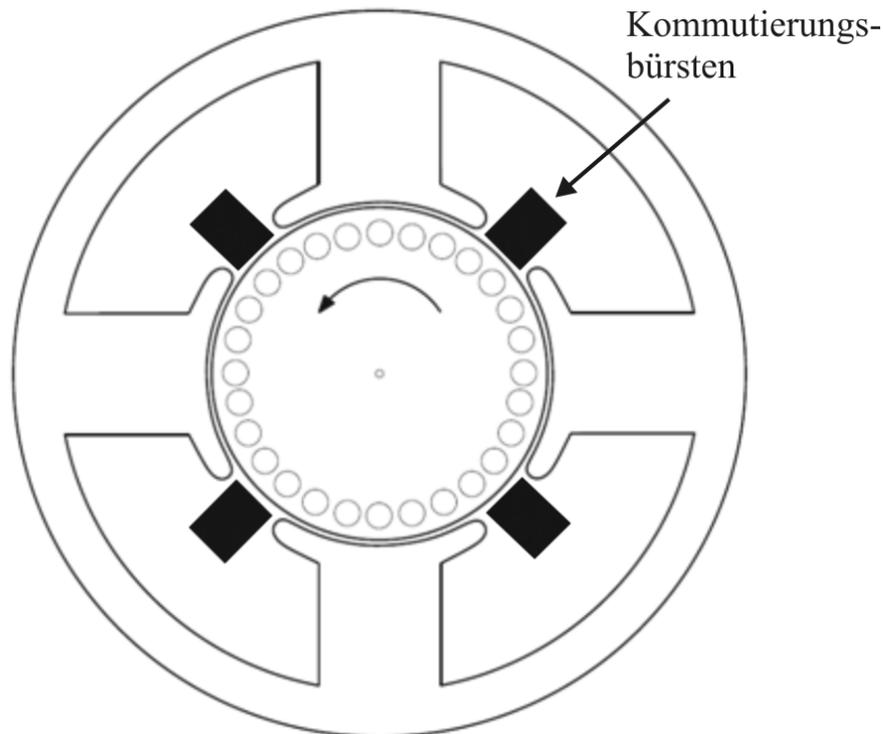
Bei einem Dämpfungsgrad $D = 1$ liegt folgender Fall vor:

- Kriechfall
- Instabilität
- Grenzstabilität
- Aperiodischer Grenzfall

Antriebstechnik

Aufgabe 1 (2 Punkte)

Gegeben ist der unten abgebildete, unvollständige Querschnitt einer 4-poligen Gleichstrommaschine. Zeichnen Sie die Antworten zu dieser Aufgabe direkt in diese Abbildung hinein!



Aufgabe 1a (1 Punkt)

Zeichnen Sie die Erregerwicklung ein! Kennzeichnen Sie die Stromrichtung und zeichnen Sie den sich so ausbildenden magnetischen Hauptfluss!

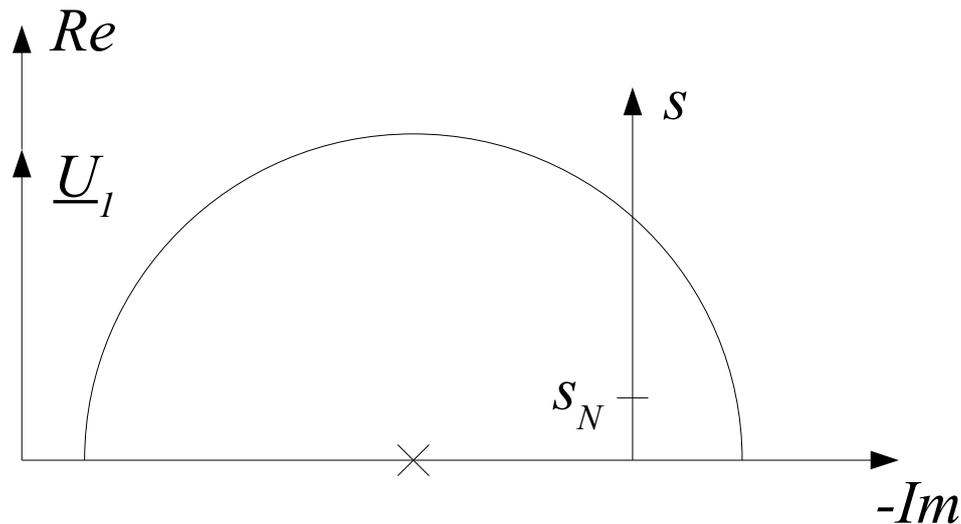
Aufgabe 1b (1 Punkt)

Kennzeichnen Sie die Stromrichtung der Ankerwicklung so, dass sich die vorgegebene Drehrichtung ergibt!

Aufgabe 2 (2 Punkte)

Nachfolgend ist die Stromortskurve (locus diagram) einer Asynchronmaschine (induction motor) mit den folgenden Angaben dargestellt:

- Schlupfgerade (slip line) mit Nennschlupf (rated slip) (s_N)
- Statorwiderstand (stator resistance) vernachlässigbar ($R_1 = 0$)



Aufgabe 2a (1 Punkt)

Zeichnen Sie den Nennstrom (I_N) (rated current) in die Abbildung ein.

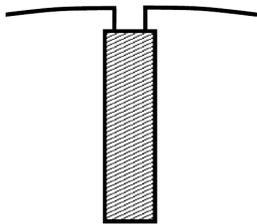
Aufgabe 2b (1 Punkt)

Zeichnen Sie das Kippmoment (breakdown torque) (M_{kipp}) und den Kippschlupf (breakdown slip) (s_{kipp}) in die Abbildung ein.

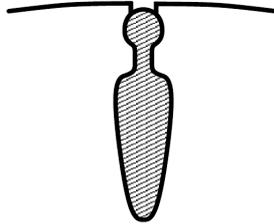
Aufgabe 3 (1 Punkt)

Gegeben sind drei Nutformen eines Käfigläufers einer Induktionsmaschine mit gleicher Querschnittsfläche (siehe Abbildung). Ordnen Sie den Nutformen die dazugehörige Drehzahl-Drehmoment-Kennlinien (1 bis 3) im unten dargestellten Drehzahl-Drehmoment-Diagramm zu.

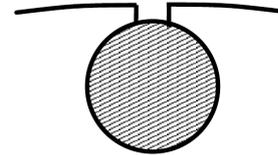
- Hochstabläufer: Nr. _____
- Doppelkäfigläufer: Nr. _____
- Rundstabläufer: Nr. _____



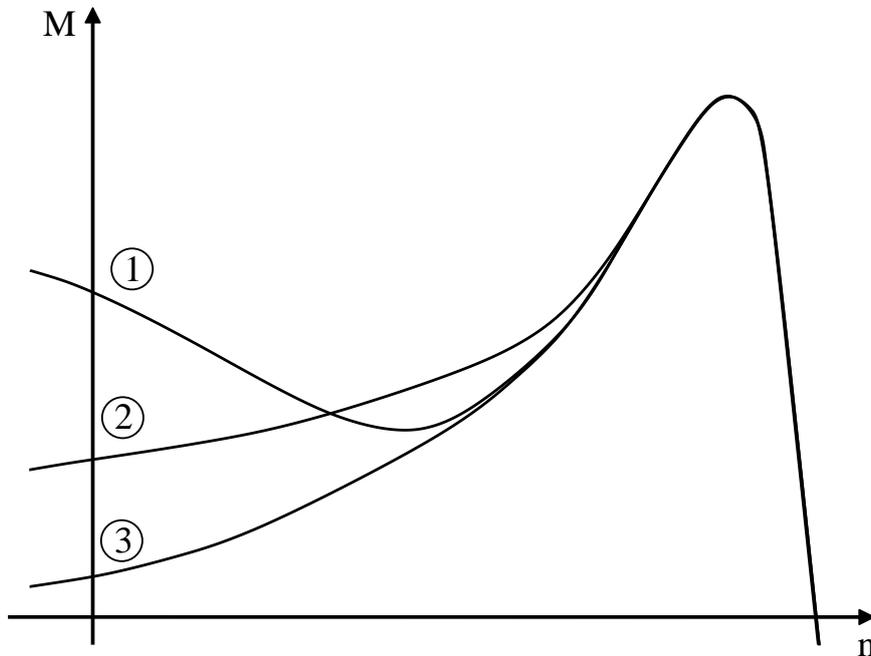
Hochstabläufer



Doppelkäfigläufer



Rundstabläufer



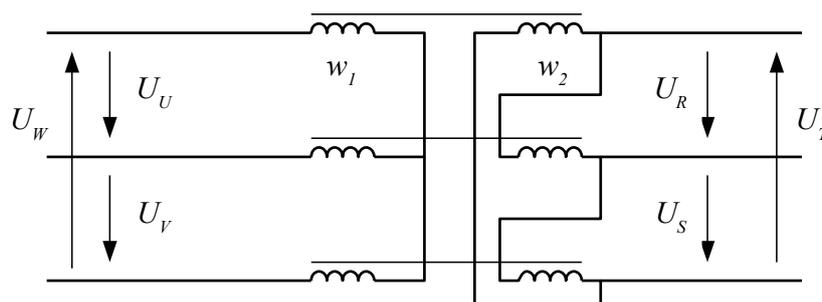
Aufgabe 4 (1 Punkt)

Welche Frequenz besitzt der reale Erregerstrom \underline{I}_{fd} einer Synchronmaschine?

Welche Drehzahl n besitzt eine 10-polige Synchronmaschine am 60-Hz-Netz?

Aufgabe 5 (1 Punkt)

Die Speisung des nachfolgend abgebildeten Transformators erfolgt mit einem symmetrischen Drehstromsystem (symmetrical three-phase system) ($U_U = U_V = U_W$).



Er besitzt ein Windungsverhältnis (turn ratio) von $\ddot{u} = \frac{w_1}{w_2} = \frac{1}{2}$.

Welcher Effektivwert der Spannung ergibt sich für U_R in Abhängigkeit von U_U ?

$U_R = \sqrt{3} \cdot U_U$

$U_R = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot U_U$

$U_R = U_U$

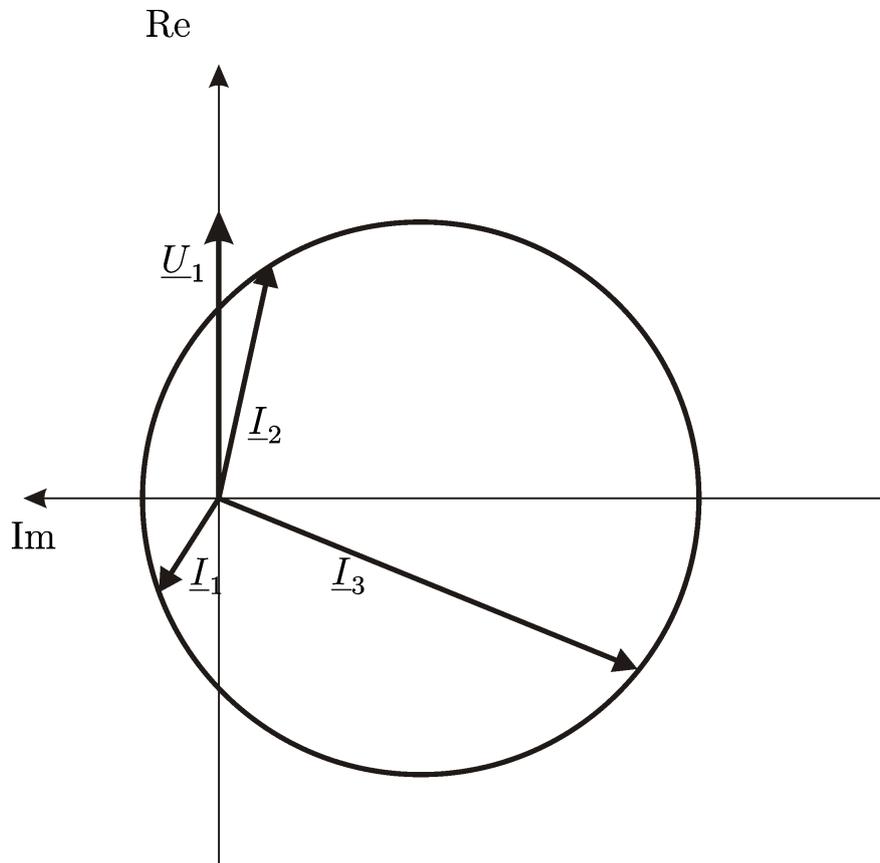
$U_R = 2 \cdot U_U$

$U_R = 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_U$

$U_R = \frac{1}{2} \cdot U_U$

Aufgabe 6 (1 Punkt)

Die Abbildung zeigt eine Stromortskurve einer Vollpol-Synchronmaschine im Verbrauchszählpeilsystem für einen konstanten Erregerstrom I_{fd} sowie drei Stromzeiger.



Geben Sie für jeden der Stromzeiger an, ob der Betrieb motorisch oder generatorisch, kapazitiv oder induktiv, zulässig oder unzulässig ist.

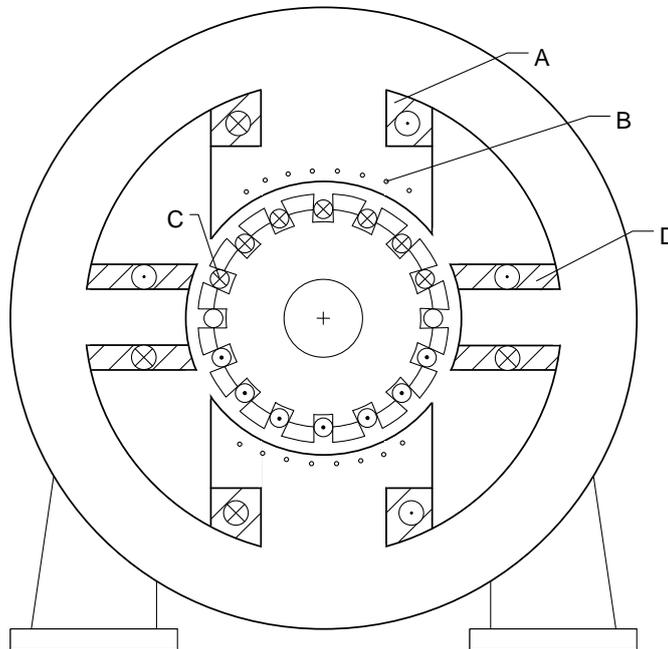
I_1 : _____

I_2 : _____

I_3 : _____

Aufgabe 7 (2 Punkte)

Gegeben ist der unten abgebildete Querschnitt einer Gleichstrommaschine.



Kennzeichnen Sie korrekte Aussagen durch Ankreuzen!

Wicklung A:

- sorgt für eine lineare Kommutierung
- wirkt der Ankerrückwirkung im Hauptpolbereich entgegen
- erzeugt das Hauptfeld
- wird nur bei Maschinen kleiner Leistung genutzt

Wicklung B bezeichnet man als:

- Wendepolwicklung
- Ankerwicklung
- Kompensationswicklung
- Erregerwicklung

Wicklung C bezeichnet man als:

- Wendepolwicklung
- Kompensationswicklung
- Erregerwicklung
- Ankerwicklung

Wicklung D:

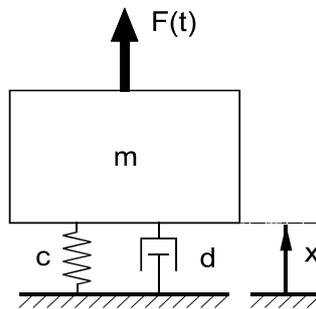
- sorgt für eine lineare Kommutierung
- erzeugt das Hauptfeld
- wird nur bei Maschinen kleiner Leistung genutzt
- wirkt der Ankerrückwirkung im Hauptpolbereich entgegen

Mechatronik

Aufgabe 1 (3 Punkte)

Eine Masse m ist wie dargestellt mit einer Feder (Federsteifigkeit (spring constant) c) und einem Dämpfer (Dämpfungskonstante (damping constant) d) gelagert. Die Bewegungsgleichung (equation of motion) des Systems lautet:

$$F(t) = m \cdot \ddot{x} + d \cdot \dot{x} + c \cdot x$$



Das System soll durch eine Zustandsraumdarstellung (state space) beschrieben werden.

Aufgabe 1a (1 Punkt)

Geben Sie zunächst die allgemeine Form (general equation) einer Zustandsraumdarstellung (state space) an.

Aufgabe 1b (2 Punkte)

Geben Sie eine geeignete Zustandsraumdarstellung (state space) an, um das System zu beschreiben.

Aufgabe 2 (2 Punkte)

Ergänzen Sie die folgende Tabelle mit den fehlenden Zahlenformaten:

Dezimal	Binär	Hexadezimal
39		
	10101101	
		3B

Platz für Berechnungen: