Zulassungsprüfung für den Master-Studiengang in Elektrotechnik und Informationstechnik an der Leibniz Universität Hannover

Zulassungsjahr: 2019

Allgemeine Informationen:

Der deutschsprachige Eingangstest besteht aus drei getrennten Abschnitten:

A. **Mathematik und Physik**
B. **Grundlagen der Elektrotechnik**
C. **C1: Signale / Systeme und C2: Regelungstechnik**

- Die Bearbeitungszeit für jeden Abschnitt A, B, C (C1 und C2) beträgt **30 Minuten**. Zwischen den Abschnitten ist eine kurze Pause von 5 Minuten.
- Alle Antworten müssen in Deutsch oder Englisch gegeben werden.
- Alle Antworten sind zu begründen.
- Nur nicht programmierbare Taschenrechner ohne Texteingabe sind als Hilfsmittel zulässig.
- Alle beschriebenen Blätter müssen mit Name, Registriernummer und Aufgabennummer gekennzeichnet sein.
- Die verteilten Aufgabenblätter müssen nach dem Test vollständig zurückgegeben werden.

Test: Teil A „Mathematik und Physik“

Alle Antworten sind zu begründen!

Zugelassene Hilfsmittel:
- nichtprogrammierbarer Taschenrechner ohne Texteingabe
- Schreibutensilien, mit Namen und Matrikelnummer versehenes leeres Papier

Bearbeitungszeit für Test: Teil A 30 Minuten

6 Aufgaben (Teil A)

Name:..

Hinweise :

- Beschriften Sie alle Seiten, die Lösungsteile enthalten, mit Namen und Matrikelnummer.
- Die gedruckten Aufgabenblätter sind vollständig abzugeben.

Nur bei der Korrektur auszufüllen:

Aufgabe Nr.	Punktesumme	Korrektor	Klausurleiter
1			
2			
3			
4			
5			
6			
Σ			

Aufgaben aus der Mathematik

(2019)

Aufgabe 1:

Ein rechteckiger oben offener Behälter mit einem Inhalt von 32 m^3 soll so gebaut werden, dass seine Oberfläche minimal ist.

Die Kantenlängen des Behälters sind: x, y, z.

Bestimmen Sie die Kantenlängen!

Aufgabe 2:

Gegeben ist die folgende Differentialgleichung:

$$\frac{dy}{dx} = -2x\,(y^2 - y)$$

Bestimmen Sie die allgemeine Lösung $y = y\,(x)$ dieser Differentialgleichung!

Hinweis: $\int \frac{dy}{y(y-1)} = \ln\left|\frac{y-1}{y}\right|$

Aufgabe 3:

Gegeben ist das Vektorfeld $\boldsymbol{f}(\boldsymbol{x}) = \begin{pmatrix} x \\ xy \end{pmatrix}$.

Berechnen Sie das Wegintegral $\int_K \boldsymbol{f} d\boldsymbol{x} = \int_K x\,dx + xy\,dy$ für die drei Wege K_a, K_b, K_c von den Koordinaten (0,0) nach (1,1), wobei gilt:

K_a: $\boldsymbol{x} = \begin{pmatrix} t \\ t \end{pmatrix}, 0 \leq t \leq 1$. K_b: $\boldsymbol{x} = \begin{pmatrix} t \\ t^2 \end{pmatrix}, 0 \leq t \leq 1$.

$K_c = K_1 \cup K_2$, mit K_1: $\boldsymbol{x} = \begin{pmatrix} t \\ 0 \end{pmatrix}, 0 \leq t \leq 1$ und K_2: $\boldsymbol{x} = \begin{pmatrix} 1 \\ t \end{pmatrix}, 0 \leq t \leq 1$

Aufgaben aus der Physik

(2019)

Aufgabe 1:

Eine Person mit der Masse m = 70 kg steht in einem Fahrstuhl.

Welche Kraft wird vom Boden des Fahrstuhls auf diese Person ausgeübt:

a) wenn der Fahrstuhl stillsteht,

b) wenn der Fahrstuhl sich mit der Beschleunigung von 2,5 ms^{-2} nach <u>oben</u> bewegt,

c) wenn der Fahrstuhl sich mit der Beschleunigung von 2,5 ms^{-2} nach <u>unten</u> bewegt,

d) wenn die Seile reißen und der Fahrstuhl im freien Fall nach unten fällt?

<u>Hinweis:</u> Erdbeschleunigung: g = 9,81 ms^{-2}

Aufgabe 2:

Mit Hilfe eines Echolotes, das am Rumpf eines Schiffes in 5 m Tiefe unterhalb der Wasseroberfläche angebracht ist, wird die Wassertiefe bestimmt. Dazu erzeugt der Schallerreger eine Schallwelle mit der Frequenz von 600 Hz. Nach 6 Sekunden trifft der am Boden reflektierte Schall am Echoempfänger ein, der sich am gleichen Ort wie der Schallerreger befindet.

a) Wie groß ist die Wellenlänge der verwendeten Schallwellen im Wasser?

b) Wie groß ist die tatsächliche Wassertiefe, wenn das Schiff steht?

c) Wie groß ist die Abweichung der gemessenen Wassertiefe, wenn das Schiff mit einer Geschwindigkeit von 50 km pro Stunde fährt?

<u>Hinweis:</u> Schallgeschwindigkeit bei 10°C in Wasser 1450 ms^{-1}

Aufgabe 3:

In einem Aquarium ist der Wasserspiegel h = 1,2 m über dem Boden. Am Boden wird Luft zugeführt, die in kugelförmigen Luftblasen nach oben steigt. Am Boden haben die Luftblasen den Durchmesser von d_{unten} = 2 mm. Das Wasser im Aquarium hat überall die gleiche Temperatur. Der äußere Luftdruck ist p = 1010 hPa.

Frage: Welchen Durchmesser d_{oben} haben die Luftblasen dicht unter der Wasseroberfläche?

<u>Hinweis:</u> Die Wichte des Wassers ist: $\gamma = 0{,}98\ 10^4 Nm^{-3}$

Prüfungsteil „Grundlagen der Elektrotechnik“

Alle Antworten sind zu begründen!

Zugelassene Hilfsmittel

- nichtprogrammierbarer Taschenrechner ohne Texteingabe
- Schreibutensilien, mit Namen und Matrikelnummer versehenes leeres Papier

20 Punkte, 30 Minuten

Name: ______________________________

Hinweise:

- Beschriften Sie alle Blätter, die Lösungsteile enthalten, mit Ihrem Namen!
- Die gedruckten Aufgabenblätter sind vollständig abzugeben.

Nur bei der Korrektur auszufüllen:

Aufgabennummer	Punkte	Korrektor
1		
2		
3		
4		
$\sum$		

Aufgabe 1 – Nichtlineare Last **(6 Punkte)**

Gegeben ist das Netzwerk nach Abb. 1. Der nichtlineare Widerstand R_{NL} hat eine im Verbraucherpfeilsystem ermittelte Kennlinie nach Abb. 2. Es gilt: $I_q = 400$ mA und $R = 10\ \Omega$.

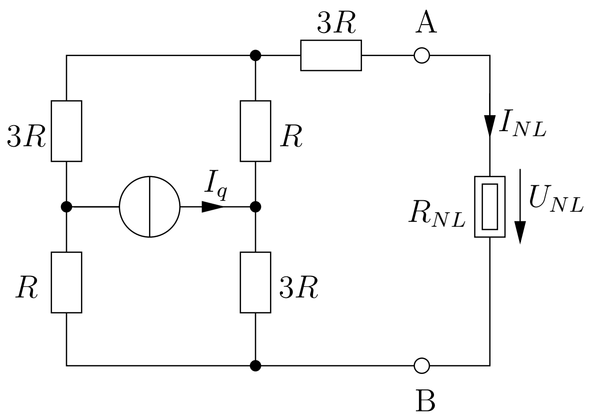


Abbildung 1: Netzwerk

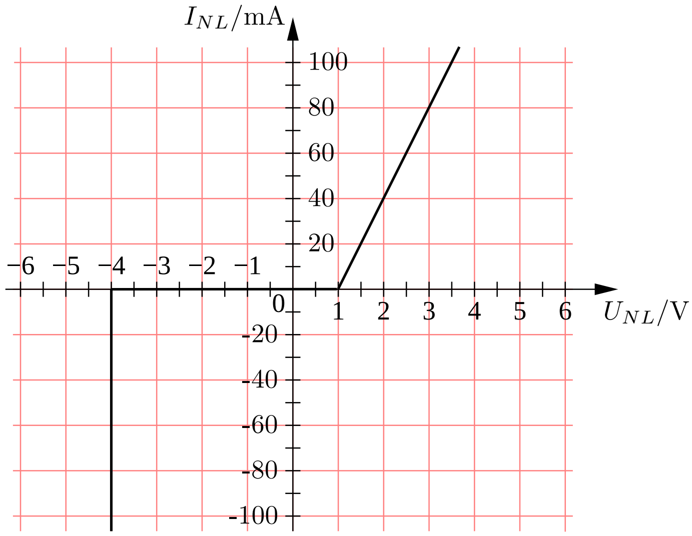


Abbildung 2: Kennlinie von R_{NL}

a) Zeichnen Sie die äquivalente Ersatzspannungsquelle des Netzwerks links der Klemmen AB und berechnen Sie ihre charakteristischen Größen!

b) Bestimmen Sie U_{NL} und I_{NL}!

Aufgabe 2 – Transformatorische Induktion **(5 Punkte)**

Gegeben ist die widerstandsbehaftete, sich **ohne Verbindung kreuzende**, ebene Leiterschleife nach Abb. 3 mit dem Gesamtwiderstand R. Zu dieser befindet sich senkrecht das zeitveränderliche Magnetfeld $B(t) = B_0\, t$. Die Größen B_0, a und R sind gegeben. Die Rückwirkung des Stroms $i(t)$ auf das Magnetfeld $B(t)$ ist zu vernachlässigen.

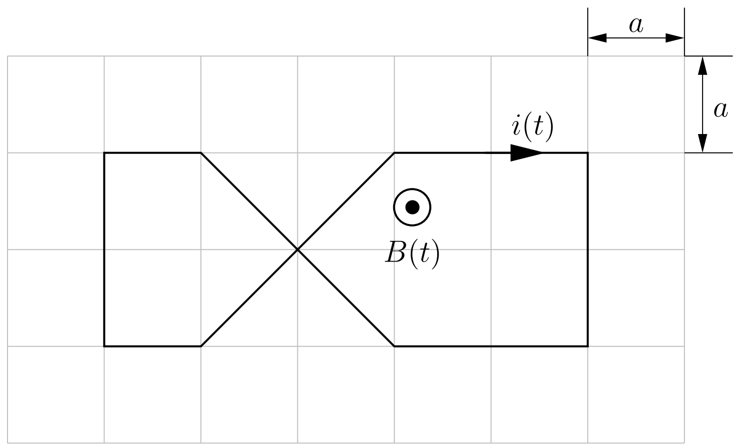


Abbildung 3: Sich ohne Verbindung kreuzende Leiterschleife

Bestimmen Sie den Strom $i(t)$ in Abhängigkeit von den gegebenen Größen!

Aufgabe 3 – Feldberechnung **(5 Punkte)**

Gegeben ist die Anordnung der Punktladungen nach Abb. 4. Es gilt: $Q = 96\,\mathrm{pC}$ und $\varepsilon = \varepsilon_0$ im gesamten Raum.

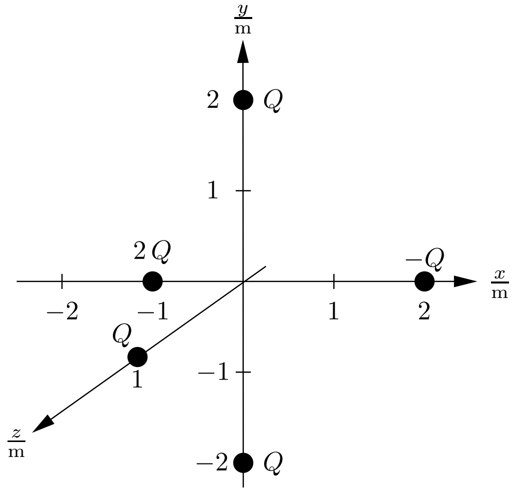


Abbildung 4: Ladungsverteilung

Berechnen Sie die elektrische Feldstärke $\vec{E}$ im Punkt $P\,(0{,}0{,}0)$!

Aufgabe 4 – Netzwerk mit zwei Speichern **(4 Punkte)**

Gegeben ist das Netzwerk nach Abb. 5 mit der Gleichstromquelle I_q. Für $t < 0$ ist der Schalter S geschlossen und alle Ausgleichsvorgänge sind abgeschlossen. Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird der Schalter S geöffnet. Die Größen I_q, R, L und C sind gegeben. Alle Ergebnisse sind in Abhängigkeit von den gegebenen Größen anzugeben.

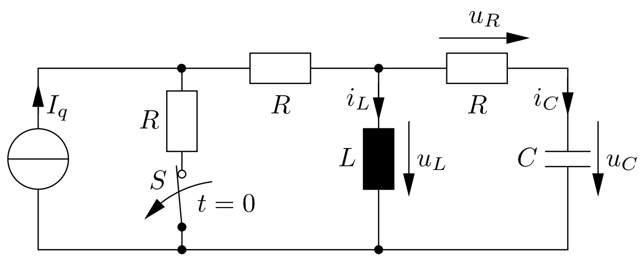


Abbildung 5: Netzwerk mit zwei Speichern

a) Geben Sie die Anzahl der Zustandsgrößen an, die benötigt werden, um das Netzwerk in Abb. 5 vollständig zu beschreiben! Begründen Sie Ihre Antwort!

b) Bestimmen Sie die Anfangs- und Endwerte $u_L(t = 0^-)$, $u_L(t \to \infty)$, $i_L(t = 0^-)$, $i_L(t \to \infty)$, $i_C(t = 0^-)$ und $i_C(t \to \infty)$!

Signale / Systeme und
Regelungstechnik

Test: Teil C1 „Signale/Systeme“

Alle Antworten sind zu begründen!

<u>Zugelassene Hilfsmittel:</u>
- nichtprogrammierbarer Taschenrechner ohne Texteingabe
- Schreibutensilien, mit Namen und Matrikelnummer versehenes leeres Papier

Bearbeitungszeit für Test: Teil C1 und Teil C2 zusammen 30 Minuten

4 Aufgaben (Teil C1)

Name:...

Hinweise :

- Beschriften Sie alle Seiten, die Lösungsteile enthalten, mit Namen und Matrikelnummer.
- Die gedruckten Aufgabenblätter sind vollständig abzugeben.

Nur bei der Korrektur auszufüllen:

Aufgabe Nr.	Punktesumme	Korrektor	Klausurleiter
1			
2			
3			
4			
Σ			

Test „Signale und Systeme“

Aufgabe 1

Gegeben ist ein zeitinvariantes System mit der Zuordnungsvorschrift $f(t) \rightarrow g(t) = kf(t - t_0)$ gegeben.

1.1 Ist das System verzerrungsfrei?
1.2 Geben Sie die Impulsantwort des Systems?

Das Eingangssignal sei $f(t) = \cos(\omega_o t)$.

1.3 Berechnen Sie die Fourier-Transformierte $G(jw)$ von $g(t)$ und skizzieren Sie $|G(jw)|$

Aufgabe 2

Die Folge $\{x(k)\}$ am Eingang eines linearen verschiebungsinvarianten diskreten Systems ergibt am Ausgang die Folge:

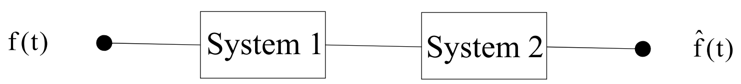
$$\{y(k)\} = a_o \{x(k)\} + a_1 \{x(k-1)\} + b_1 \{y(k-1)\}$$

2.1 Berechnen Sie die Systemfunktion $H(z)$ des Systems.

2.2 Berechnen Sie die Impulsantwort $\{h(k)\}$ des Systems für $0 \leq k \leq 4$.

Aufgabe 3

Es wird eine Kettenschaltung aus System 1 und 2 betrachtet.



Das System 1 wird mit der Zeitfunktion

$$f(t) = 4\cos(w_0 t + p/2)$$

erregt.

3.1 Geben Sie allgemein die Darstellung der Funktion $f(t)$ als Fourierreihe dar.

3.2 Berechnen Sie die komplexen Fourierkoeffizienten von $f(t)$.

Die Zuordnungsvorschrift des System 1 lautet:

$$f(t) \rightarrow g(t) = f(t) + f^{2}(t)$$

3.3 Geben Sie eine Übertragungsfunktion für das lineare zeitinvariante System 2 an, damit am Ausgang für $\hat{f}(t)$ die ursprüngliche Funktion $f(t)$ erscheint.

Hinweis:

$$cos^{2}(x) = \frac{1}{2}(1 + cos(2x))$$

Aufgabe 4

Gegeben ist ein lineares zeitinvariantes System $f(t) \rightarrow g(t)$ mit der Impulsantwort:

$$h(t) = \begin{cases} A & \textit{für} \quad 0 \leq t \leq T \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

Das Eingangssignal lautet

$$f(t) = \begin{cases} \exp(-\frac{t}{T}) & \textit{für} \quad t^{3} \; 0 \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

4.1 Geben Sie in allgemeiner Form die Vorschrift für die Berechnung der Reaktion $g(t)$ auf die Erregung $f(t)$.

4.2 Berechnen Sie die Reaktion $g(t)$ im Bereich $0 \leq t \leq 2T$.

Test: Teil C2 „Regelungstechnik“

Alle Antworten sind zu begründen!

Zugelassene Hilfsmittel:
- nichtprogrammierbarer Taschenrechner ohne Texteingabe
- Schreibutensilien, mit Namen und Matrikelnummer versehenes leeres Papier

Bearbeitungszeit für Test: Teil C1 und Teil C2 zusammen 30 Minuten

4 Aufgaben (Teil C2)

Name:..

Hinweise :

- Beschriften Sie alle Seiten, die Lösungsteile enthalten, mit Namen und Matrikelnummer.
- Die gedruckten Aufgabenblätter sind vollständig abzugeben.

Nur bei der Korrektur auszufüllen:

Aufgabe Nr.	Punktesumme	Korrektor	Klausurleiter
1			
2			
3			
4			
Σ			

Regelungstechnik I

Aufgabe 1

Gegeben ist das System $F_1(s)$ (Eingangsgröße $u(t)$, Ausgangsgröße $y(t)$), das mit dem Regler $F_{R1}(s)$ geregelt werden soll (neg. Rückführung). Es gilt

$$F_1(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{2}{s^2 + s}, \quad F_{R1}(s) = 3\,\frac{1 + 4\,s}{1 + s}. \tag{1}$$

a) Geben Sie den Reglertyp des Reglers $F_{R1}(s)$ und seine Parameter an.

b) Skizzieren Sie das Blockschaltbild des geschlossenen Regelkreises mit der Führungsgröße $W(s)$ (Sollwert) als Eingangs- und der Regelgröße $Y(s)$ als Ausgangsgröße.

c) Bestimmen Sie die Führübertragungsfunktion $F_W(s) = \frac{Y(s)}{W(s)}$ des geschlossenen Regelkreises.

Aufgabe 2

Gegeben ist ein System mit der Übertragungsfunktion $F_2(s)$, das mit einem Regler mit der Übertragungsfunktion $F_{R2}(s)$ in negativer Rückführung geregelt wird. Es gilt:

$$F_2(s) = \frac{s+3}{s}, \qquad F_{R2}(s) = \frac{K_R}{s+2}, \qquad K_R > 0$$

a) Skizzieren Sie die Wurzelortskurve des geschlossenen Regelkreises.

b) Markieren Sie die Stelle der WOK, an der die Eigenbewegung des geschlossenen Kreises nicht schwingungsfähig ist und schnellstmöglichst abklingt.

Regelungstechnik II

Aufgabe 3

Die Zustandsraumdarstellung eines Systems (Eingang $u(t)$, Ausgang $y(t)$, Zustand $x(t)$) lautet

$$\dot{x}(t) = A\,x(t) + b\,u(t), \quad y(t) = c^T\,x(t) \quad \text{mit} \quad A = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad c^T = \begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

a) Beurteilen Sie die Stabilität des Systems.

b) Ist das System vollständig steuerbar?

c) Wie lautet eine Zustandrückführung, die zu Eigenwerten des geschlossenen Kreises bei $\lambda = -1$ führt.

Aufgabe 4

Gegeben ist wieder die Zustandsraumdarstellung des Systems aus Aufgabe 3.

a) Wie lautet die allgemeine Differentialgleichung eines Beobachters, der eine Rekonstruktion $\hat{x}(t)$ des Systemzusatnds $x(t)$ berechnet?

b) Ist das System vollständig beobachtbar?