Universität Hannover

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

Beispiel aus 2005

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 40 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.

Universität Hannover

Test „Physik und Mathematik“

Alle Antworten sind zu begründen!

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

8 Aufgaben (40 Minuten)

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

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			
7			
8			
Σ			

Aufgaben aus der Physik
(März 2005)

1 Aufgabe

Eine mit gleichförmiger Geschwindigkeit fahrende elektrische Lokomotive, die mit einem Gleichstrommotor betrieben wird, soll bei gleicher Geschwindigkeit wie zuvor innerhalb von 30 Minuten einen Anstieg von 30 Metern bewältigen. Welche elektrische Leistung wird dafür benötigt, wenn man annimmt, dass keine Reibungs- und Wärmeverluste auftreten? (Erdbeschleunigung $g \approx 9,81 m/s^2$). Könnte die Höhe von 30 Metern auch erreicht werden, wenn die Maschine zu Beginn des Anstiegs ausgeschaltet würde?

2 Aufgabe

Es wird 0,5 Liter (0,5 kg) Teewasser mit 95° Celsius in eine Glastasse mit der Masse von 250 g (mit Zimmertemperatur von 22°) eingefüllt und mit Tee gemischt (die Masse des Tees kann vernachlässigt werden). Berechnen Sie die Temperatur von Tasse und Tee im thermodynamischen Gleichgewicht, wenn keine sonstigen Wärmeverluste auftreten.
(Wärmekapazitäten: $c_{\text{wasser}} = 4,1 J/(gK)$ und $c_{\text{glas}} = 0,8 J/(gK)$)

3 Aufgabe

Eine pn-Diode besteht bekanntlich aus einem p-leitenden und einem n-leitenden Halbleitermaterial, die (chemisch) zusammengefügt werden. Welche beweglichen Ladungsträger enthalten diese Materialien? Erklären Sie das Entstehen der Grenzschicht, die sich zwischen p- und n-Schicht ausbildet, und erklären Sie weiterhin in qualitativer Weise, wie die bekannte Strom-Spannungskennlinie einer solchen pn-Diode zustande kommt.

4 Aufgabe

Eine Masse m, die reibungsfrei auf einer schiefen Ebene mit Steigungswinkel von 30° gegen die waagerechte Grundfläche liegt, hängt an einer elastischen Feder mit der Federkonstanten c. Nach einer Auslenkung in Richtung des Hangs schwingt die Feder. Stellen Sie die Bewegungsgleichung der Masse auf und geben Sie die allgemeine Lösung an.

Aufgaben aus der Mathematik
(März 2005)

1 Aufgabe

Sei $\mathbf{A}$ eine 3×3-Matrix mit reellen Koeffizienten

$$\begin{pmatrix} 35 & 88 & 116 \\ -2 & -5 & -6 \\ -8 & -20 & -27 \end{pmatrix} \tag{1}$$

Berechnen Sie die Eigenwerte dieser Matrix. Einer dieser Eigenwerte hat den Wert 1; bestimmen Sie den entsprechenden Eigenvektor.

2 Aufgabe

Berechnen Sie die relativen Extrema der reellwertigen Funktion $z = f(x,y)$ mit

$$f(x,y) = x^4 + y^4 - 2x^2 + 4x \cdot y - 2y^2. \tag{2}$$

Ermitteln Sie, ob es sich bei den Extrema um ein Minimum oder ein Maximum handelt.

3 Aufgabe

Geben Sie die allgemeine Lösung folgender Differentialgleichung an

$$\frac{dy}{dx} + \tan x \cdot y = \frac{1}{2} \cdot \sin 2x. \tag{3}$$

4 Aufgabe

Sei $\mathbf{v} = \mathbf{v}(\mathbf{r})$ ein Vektorfeld, das wir in x,y,z-Koordinaten angeben ($\mathbf{r} = (x, y, z)$)

$$\mathbf{v}(\mathbf{r}) = (2y + 3, xz, yz - x). \tag{4}$$

Weiterhin sei C eine Kurve im Raum gegeben durch $C : t \mapsto \mathbf{r}$ mit $x = 2t^2,\ y = t,\ z = t^3$ $(0 \leq t \leq 1)$. Berechnen Sie den Wert des Linienintegrals über $\mathbf{v}$ längs der Kurve C, d.h.

$$\int_C \mathbf{v} \cdot d\mathbf{r}. \tag{5}$$

Test „Grundlagen der Elektrotechnik“

Alle Antworten sind zu begründen!

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

16 Punkte (40 Minuten)

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

Hinweise :

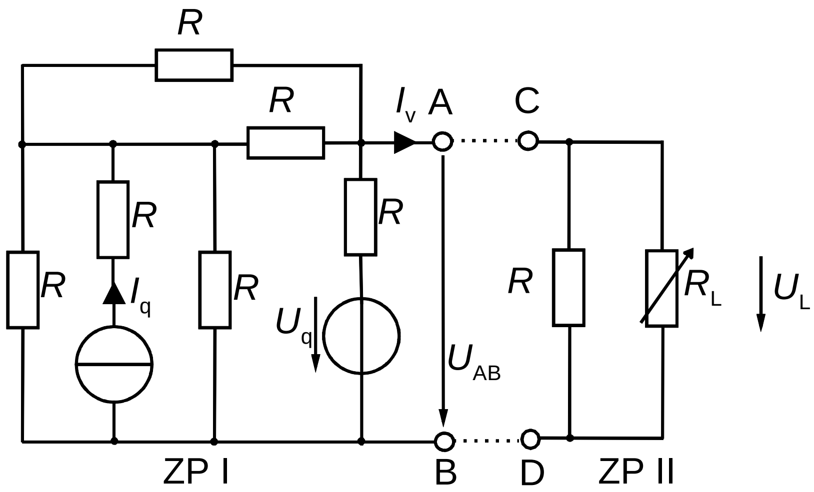
- Beschriften Sie alle Seiten, die Lösungsteile enthalten, mit Namen und Matrikelnummer.
- Die gedruckten Aufgabenblätter sind vollständig abzugeben.

Nur bei der Korrektur auszufüllen:

Aufgabe Nr.	Punktesumme	Korrektor	Klausurleiter
1			
2			
3			
4			
Σ			

Frage 1 (4 Punkte)

Gegeben sind der aktive Zweipol (ZP I) mit dem Klemmenpaar A-B und der passive Zweipol (ZP II) mit dem Klemmenpaar C-D.



Gegeben:

I_q, $U_q = I_q \cdot R$, R , R_L (beliebig einstellbarer Widerstand)

Zunächst wird der aktive Zweipol mit dem Klemmenpaar A-B **allein** betrachtet.

a) Zeichnen Sie die Ersatzspannungsquelle für den aktiven Zweipol mit Bezugspfeilen und berechnen Sie deren Kenngrößen bezüglich der Klemmen A-B!

b) Zeichnen Sie die Kennlinie der Ersatzspannungsquelle (U_{AB} (I_v)) für $-I_q \le I_v \le I_q$!

Jetzt wird der passive Zweipol mit dem Klemmenpaar C-D **allein** betrachtet.

c) Geben Sie die Leistungsaufnahme des passiven Zweipols (ZP II) bei einer vorgegebenen Spannung U_L in Abhängigkeit von R, R_L und U_L an.

Nun wird der passive Zweipol mit dem aktiven Zweipol **verbunden**.

d) Berechnen Sie den Strom I_V in den Verbindungsleitungen der Zweipole in Abhängigkeit von R, R_L und I_q!

e) Geben Sie das R_L in Abhängigkeit von R für Leistungsanpassung der beiden Zweipole an!

Frage 2 (4 Punkte)

Gegeben ist die Kennlinie eines nichtlinearen Widerstands (Abbildung 2.1), der zu einem Netzwerk gemäß Abbildung 2.2 gehört. Der Arbeitspunkt liege bedingt durch die Polung des nichtlinearen Widerstands im 3. Quadraten der Kennlinie.

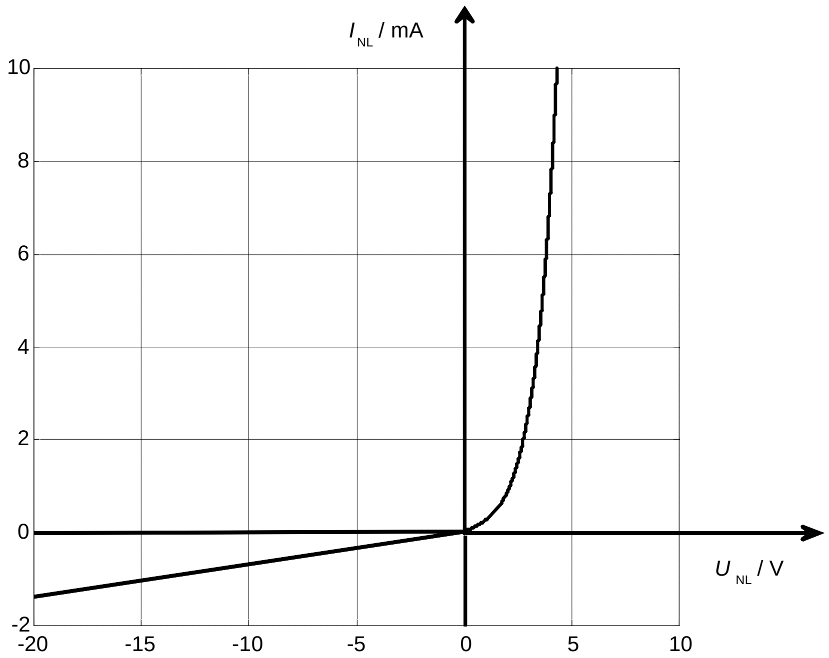


Abbildung 2.1: Kennlinie des nichtlinearen Widerstands

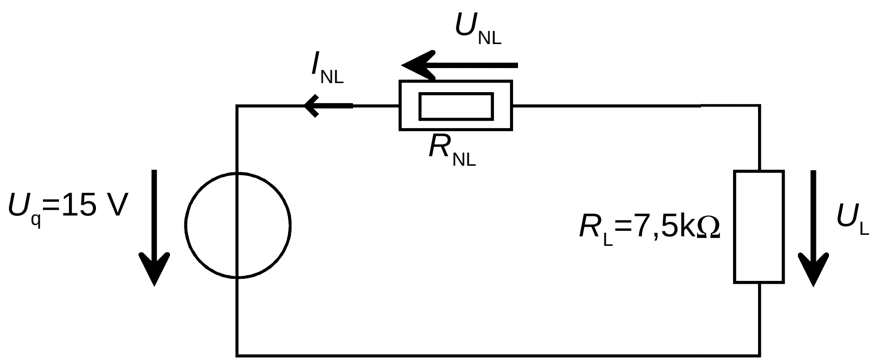


Abbildung 2.2: Netzwerk mit nichtlinearen Widerstand

a) Bestimmen Sie auf grafischem Weg die Spannung U_L am Widerstand R_L!

b) Berechnen Sie die von den einzelnen Komponenten aufgenommenen bzw. abgegebenen Leistungen und kontrollieren Sie ihr Ergebnis mit einer Leistungsbilanz!

Frage 3 (4 Punkte)

Gegeben ist der Zweipol mit den Klemmen A und B gemäß Abbildung 3.1.

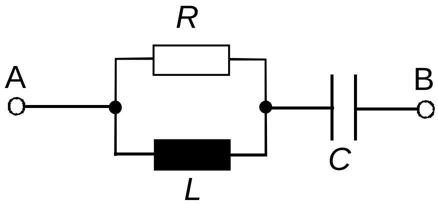


Abbildung 3.1: Zweipol

Zeichnen Sie die Ortskurven des Zweipols mit der Kreisfrequenz als Parameter für die Impedanz **und** die Admittanz! Geben Sie die charakteristischen Größen an und berechnen Sie die Kompensationskreisfrequenz!

Frage 4 (4 Punkte)

Eine ideale Spannungsquelle mit der Spannung U = 1,2 V ist mit einem rechteckig gebogenen Widerstandsdraht verbunden, der durch den Widerstand R = 1 Ω im Schaltbild dargestellt ist. Die Kantenlängen des Drahtes sind a = 6 cm und b = 4 cm. Zunächst wird die Schleife senkrecht zur Leiterebene von einem externen Magnetfeld mit $B = 0{,}5\,\mathrm{T}$ durchsetzt.

Hinweis: Das von der Leiterschleife selbst erregte Magnetfeld ist zu vernachlässigen!

a) Berechnen Sie die induzierte Spannung und den Strom I im Leiterkreis. Tragen Sie den Bezugspfeil für die induzierte Spannung ein.

Für das Magnetfeld gelte nun: $B(t) = 400\mathrm{T} \cdot \frac{t}{\mathrm{s}}$

b) Berechnen Sie die induzierte Spannung und den Strom I im Leiterkreis. Verwenden Sie die Bezugspfeile aus Aufgabenteil a.

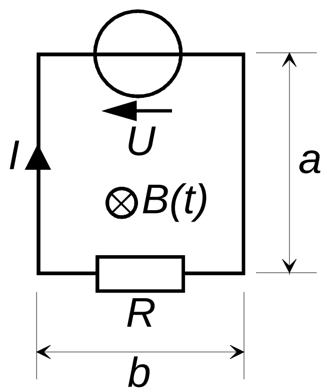


Abbildung 4.1: Magnetfelddurchsetzte Leiterschleife

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 40 Minuten

4 Aufgaben (Teil C1)

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

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

Es ist ein System mit der Zuordnungsvorschrift $f(t) \rightarrow g(t) = \frac{1}{2} + f(t)$ gegeben.

1.1 Zeigen Sie, dass das System nicht linear ist.

1.2 Geben Sie allgemein eine Berechnungsvorschrift zur Ermittlung der Fourier-Transformierten $F(\mathrm{j}\omega)$ von $f(t)$ an.

Im Folgenden wird das System mit $f(t) = \mathrm{e}^{-t^2}$ erregt.

1.3 Welche Symmetrie-Eigenschaften weist die Fourier-Transformierte $G(\mathrm{j}\omega)$ von $g(t)$ auf? Begründen Sie Ihre Antwort!

Aufgabe 2

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

$$\{y(k)\} = a_0\{x(k)\} + a_1\{x(k-1)\} + b_1\{y(k-1)\}.$$

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

2.2 Berechnen Sie die Impulsantwort $\{h(k)\}$ des Systems für $a_0 = 0,\ a_1 = 1,\ b_1 = 2$.

Aufgabe 3

Gegeben ist eine periodische Zeitfunktion $f(t)$ mit

$$f(t) = f(t + T_0)$$

und

$$f(t) = e^{-t/T_0} \quad \text{für} \quad 0 \le t < T_0.$$

3.1 Skizzieren Sie $f(t)$ für $-T_0 \le t \le 2T_0$.

3.2 Geben Sie allgemein eine Berechnungsvorschrift zur Ermittlung der komplexen Fourierkoeffizienten c_n von $f(t)$ an.

3.3 Berechnen Sie den Gleichanteil c_0 von $f(t)$.

Aufgabe 4

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

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

Das Eingangssignal lautet

$$f(t) = \begin{cases} \frac{1}{T} e^{-t/T} & \text{für } t \geq 0 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}.$$

4.1 Geben Sie eine allgemeine Formel zur Berechnung der Reaktion $g(t)$ an.

4.2 Berechnen Sie $g(t)$.

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 40 Minuten

4 Aufgaben (Teil C2)

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

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			

Aufgaben für Regelungstechnik I

Aufgabe 1

Ein technischer Prozess (Eingangsgrößen $y(t)$ (Stellgröße) und $z(t)$ (Störgröße), Ausgangsgröße $x(t)$) wird durch folgende Differentialgleichung beschrieben:

$$\ddot{x}(t) + \dot{x}(t) + x(t) = z(t) - y(t)$$

a) Die Eingangsgrößen sind $y(t) = 0$ und $z(t) = 1(t)$ wobei $1(t)$ die Einheitssprungfunktion mit $1(t) = 0$ für $t < 0$ und $1(t) = 1$ für $t > 0$ ist. Skizzieren Sie die prinzipielle Sprungantwort $x(t)$, wenn $x(t) = 0$ für $t < 0$.

b) Das System wird nun mit dem Regelgesetz $y(t) = 3(x(t) - w(t))$ geregelt. Welche Änderungen in der Sprungantwort im Vergleich zu a) ergeben sich für $w(t) = 0$?

c) Welche Auswirkungen hat das Regelgesetz $y(t) = 3(\dot{x}(t) - \dot{w}(t))$ im Vergleich zu a) und b) mit $w(t) = 0$?

d) Welchen Zweck hat die zusätzliche Eingangsgröße $w(t)$ bei den oben gegebenen Regelgesetzen?

e) Wie kann die bleibende Regelabweichung in b) und c) vermieden werden?

Aufgabe 2

Ein technischer Prozess (Eingangsgrößen $y(t)$, Ausgangsgröße $x(t)$), beschrieben durch die Differentialgleichung

$$\ddot{x}(t) + \dot{x}(t) = y(t)$$

wird mit dem Regler $y(t) = -K_R x(t)$ geregelt.

a) Wie lautet die Übertragungsfunktion $F(s) = \frac{X(s)}{Y(s)}$ des Prozesses?

b) Skizzieren Sie den Frequenzgang $F_o(j\omega)$ des offenen Regelkreises für $K_R = 1$ in der komplexen Ebene.

c) Geben Sie die Anzahl der Pole des geschlossenen Kreises in Abhängigkeit von K_R an, die einen positiven Realteil aufweisen.

d) Für welche Werte von K_R ist das System stabil?

Aufgaben für Regelungstechnik II

Aufgabe 1

Gegeben ist ein System (Eingangsgröße $y(t)$, Ausgangsgröße $x(t)$) mit der Übertragungsfunktion

$$F(s) = \frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{s-1}{s^2+2\,s+2}.$$

a) Skizzieren Sie die Wurzelortskurve des geschlossenen Regelkreises, wenn das System durch einen Regler mit der Übertragungsfunktion $F_R(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = -K_R$, $(K_R > 0)$ geregelt wird. Ist der geschlossene Kreis für alle $K_R > 0$ stabil?

b) Skizzieren Sie die Wurzelortskurve des geschlossenen Regelkreises, wenn das System durch einen Regler mit der Übertragungsfunktion $F_R(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = -\frac{K_R}{s}$, $(K_R > 0)$ geregelt wird. Ist der geschlossene Kreis mit diesem Regler stabilisierbar?

Aufgabe 2

Die Zustandsraumdarstellung eines Systems (Eingangsgröße $u(t)$, Ausgangsgröße $y(t)$, Zustandsvektor $x(t)$) lautet

$$\dot{x}(t) = A\,x(t) + b\,u(t), \qquad y(t) = c^T\,x(t).$$

mit

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -a_0 & -a_1 \end{pmatrix}, \qquad b = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \qquad c^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

a) Für welche Werte von a_0 und a_1 ist das System stabil?

b) Für welche Werte von a_0 und a_1 ist das System vollständig steuerbar?

c) Für welche Werte von a_0 und a_1 ist das System vollständig beobachtbar?

d) Es gilt $a_0 = a_1 = 0$. Das System wird mit der Zustandsrückführung
$u(t) = \begin{bmatrix} -1 & -2 \end{bmatrix} x(t)$ geregelt.
Berechnen Sie die Eigenwerte des geschlossenen Regelkreises.