

Reifeprüfungsaufgaben

GRUPPE A

Aufgabengruppe I:

A1) Fourieranalyse von Übertragungsfiltern

(Lösung vorhanden)

A2) Transformator-Laplacetransformation

(Lösung – teilweise – vorhanden)

Aufgabengruppe II

A3) Das Alkomatproblem

(Lösung vorhanden)

A4) Lebensdaueruntersuchungen an Energiesparlampen

(Lösung vorhanden)

Gruppe B

Aufgabengruppe I:

B1) Fourieranalyse von Übertragungsfiltern

(Lösung analog zu A1)

B2) RLC-Schwingkreis / Laplacetransformation

(Lösung vorhanden)

Aufgabengruppe II

B3) Messgeräteüberprüfung / Vergleich

(Lösung analog zu A3)

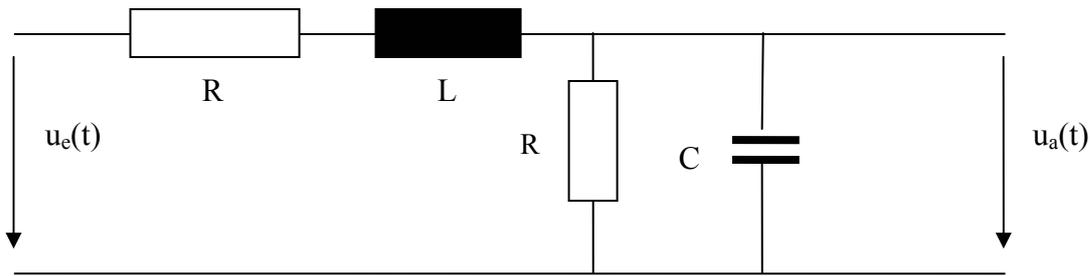
B4) Das Stipenproblem

(Lösung vorhanden)

Wahlmöglichkeiten:

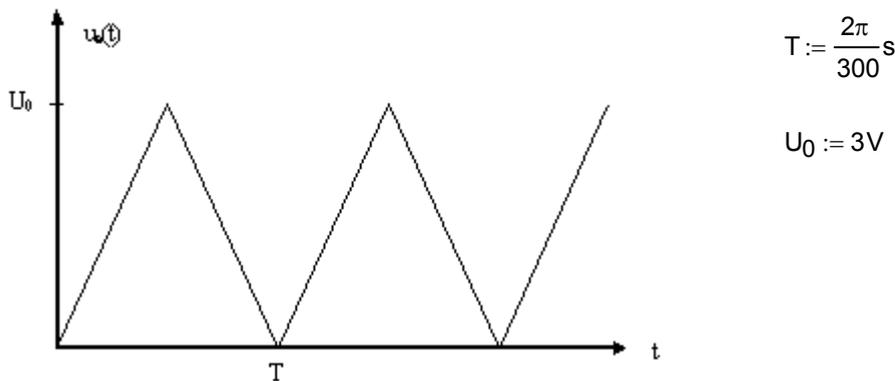
Es sind 2 Beispiele auszuwählen, wobei je eines aus der Aufgabengruppe I bzw. Aufgabengruppe II stammen muss.

A1) Fourieranalyse von Übertragungsfiltern



$R := 100\Omega$ $L := 300\text{mH}$ $C := 15\mu\text{F}$

- Ermitteln Sie die Übertragungsfunktion des Übertragungsfilters und stellen Sie diese im Bodediagramm und als Ortskurve dar. Man erkläre den speziellen Verlauf des Amplituden- und Phasenganges aus elektrotechnischer Sicht.
- Ermitteln Sie durch Fourieranalyse bzw. -synthese die Antwort des Filters auf die folgende periodische Quellspannung. Man erkläre die Filterwirkung an Hand von geeigneten graphischen Darstellungen und an Hand einer (näherungsweise) Klirrfaktorberechnung!



- Obige Fourierreihe soll dann abgebrochen werden, wenn die Amplitude der n-ten Oberschwingung kleiner als 3% der zu übertragenden Grundschwingung ist. Ermitteln Sie n (allgemein) über ein kleines Mathcad-Programm.
- Ist die Eingangsfunktion nicht analytisch (formelmäßig) darstellbar, so muss eine numerische Fourieranalyse durchgeführt werden. Dabei muss bekanntlich auf das Abtasttheorem von Shannon Bedacht genommen werden. Formulieren Sie dieses und begründen Sie es möglichst exakt und ausführlich. Demonstrieren Sie seine Wirksamkeit an Hand eines beliebigen Beispiels (Einhaltung bzw. Nichteinhaltung).

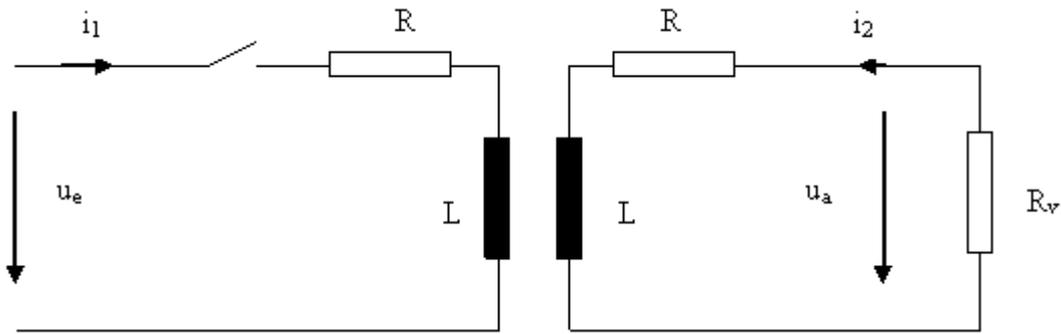
A2) Transformator - Laplacetransformation

Wir betrachten einen Transformator, wobei wir Primärkreis und Sekundärkreis durch eine Ohmschen Widerstand R und einen induktiven Anteil L charakterisieren. Die Gegeninduktivität $M = kL$ beschreibt die Wirkung vom Sekundärkreis auf den Primärkreis und umgekehrt. Wir erhalten daher folgendes Differentialgleichungssystem:

$$u_e(t) = R \cdot i_1(t) + L \cdot \frac{d}{dt}i_1(t) + M \cdot \frac{d}{dt}i_2(t)$$

$$u_a(t) = R \cdot i_2(t) + L \cdot \frac{d}{dt}i_2(t) + M \cdot \frac{d}{dt}i_1(t)$$

$$u_a(t) = -R_v \cdot i_2(t)$$



- a) Erklären Sie, wie man zu diesem Differentialgleichungssystem gelangt.
- b) Das Differentialgleichungssystem soll mittels Laplacetransformation gelöst werden für den Fall des Anlegens einer
- 1) Gleichspannung U_0
 - 2) Wechselspannung $U_0 \cdot \sin(\omega t)$
- Die Lösungsfunktionen $i_1(t)$ und $i_2(t)$ sollen graphisch dargestellt und interpretiert werden.

Hinweise: Man ersetze M durch kL .

Falls Probleme mit langen Ausdrücken auftreten, kann (im Notfall) auch mit der Annahme $R_v = 0$ (Kurzschluß) gearbeitet werden.

Zur grafischen Darstellung wähle man folgende spezielle Werte:

$$L := 500\text{mH} \quad R := 10\Omega \quad U_0 := 10\text{V} \quad R_v := R \quad k := 0.9 \quad (0.5) \quad f := 50\text{Hz}$$

- c) Erläutern Sie die Grundidee der Laplace-Transformation und die speziellen Vorteile, welche diese bei der Lösung dieser Aufgabe bietet. Leiten Sie einige wesentlichen Elemente der Laplace-Transformation her, wie sie in diesem Beispiel verwendet werden. Schildern Sie (ideenmäßig) auch den Zusammenhang zur Fouriertransformation.

A3) Das Alkomatproblem – Statistische Tests

Im Jahr 2002 wurde bekannt, dass die Alkomaten der Polizei im Bundesland Salzburg nicht zuverlässig genug messen - ein zunächst abgestrafter Autofahrer wurde per Gerichtsentscheid schließlich freigesprochen, weil "nicht mit erforderlicher Sicherheit nachgewiesen werden könne, dass der Mann mit 1,6 Promille oder mehr gefahren sei". Es wurde bekannt, dass Alkomaten im Ausland (Deutschland) nach 2 verschiedenen Methoden messen und daher eine "gesichertere" Aussage über den Promillegehalt eines Autolenkers möglich erscheint. Bei den Salzburger Alkomaten wird nur nach einem Verfahren gemessen, "wodurch der Einfluß von Fremdsubstanzen nicht ausgeschlossen werden kann". (Zitate gemäß SN vom 17.2.2002)

Dies ist der Hintergrund folgender Fragestellung:

Zwei verschiedene Verfahren sollen verglichen werden, ob sich ihre Ergebnisse signifikant unterscheiden oder ob sie als gleichwertig eingestuft werden können. Dazu werden 8 verschiedene Testpersonen unterschiedlichen Mengen Alkohol "ausgesetzt" und ihre Atem-Alkoholkonzentration unmittelbar hintereinander nach beiden Verfahren gemessen.

Man erhielt folgende Ergebnisse (Alkoholwerte in mg/l Atemluft)

Person - Nr	Verfahren A	Verfahren B
1	0.12	0.17
2	0.19	0.22
3	0.25	0.25
4	0.53	0.64
5	0.66	0.69
6	0.87	0.91
7	0.96	0.94
8	1.12	1.22

- Wie beurteilen Sie das Ergebnis? Berücksichtigen Sie, dass die Untersuchungen weitreichende Auswirkungen haben können (Einbau einer 2. Messmethode in die Salzburger Alkomaten). Erläutern Sie den verwendeten Test und die verwendeten Formelsätze. Stellen Sie das Ergebnis auch anschaulich dar.
- Erklären Sie an Hand der verwendeten Formeln möglichst genau und ausführlich, wie sich ein höherer Stichprobenumfang auf das Testergebnis auswirken würde.
- Zur Kalibrierung des Gerätes wird eine mit Alkohol angereicherte "Testluft" mit 1,00 mg/l Alkoholgehalt nach Verfahren A unter "Wiederholbedingungen" 20-mal gemessen. Man erhielt einen Mittelwert von 1.03 mg und eine Standardabweichung von 0.025 mg. Welche Aussage(n) kann man auf Grund dieses Ergebnisses treffen? (Vorgangsweise und Ergebnisse sollen einem "statistischen Laien" entsprechend erklärt werden)

A4) Lebensdaueruntersuchungen an Energiesparlampen

In den Jahren 1991-1994 wurden an der HTL Saalfelden in Zusammenarbeit mit der Tauernkraftwerke AG und der Salzburger AG für Elektrizitätswirtschaft (SAFE) Vergleichsuntersuchungen an Beleuchtungskörpern durchgeführt. Dabei ging es in erster Linie um die Ermittlung von Lebensdauerdaten.

Es soll demonstriert werden, wie die Ermittlung der Lebensdauer-Verteilung eines bestimmten Lampentyps aus den Daten erfolgen kann.

- a) Aus den angegebenen Daten ist (nach dem Prinzip der kleinsten Quadrate) die passende Lebensdauer-Verteilung zu ermitteln. Vorgangsweise und Ergebnis sind entsprechend zu erklären bzw. zu kommentieren. Unter anderem soll die gefundene Verteilung in geeigneter Weise auch als Gerade dargestellt werden ("Lebensdauer-Netz").
- b) Erklären Sie, was man unter der "Ausfallsrate" versteht und stellen Sie diese in Abhängigkeit von der Zeit für diesen Lampentyp dar (Interpretation der Kurve!).
- c) Es sollen die Begriffe "mittlere Lebensdauer" und "charakteristische Lebensdauer" sowie ihr Zusammenhang (unabhängig vom obigen Beispiel; z.B. mit $T=100$) in Abhängigkeit von der Ausfallsteilheit ausführlich rechnerisch und graphisch erläutert werden.

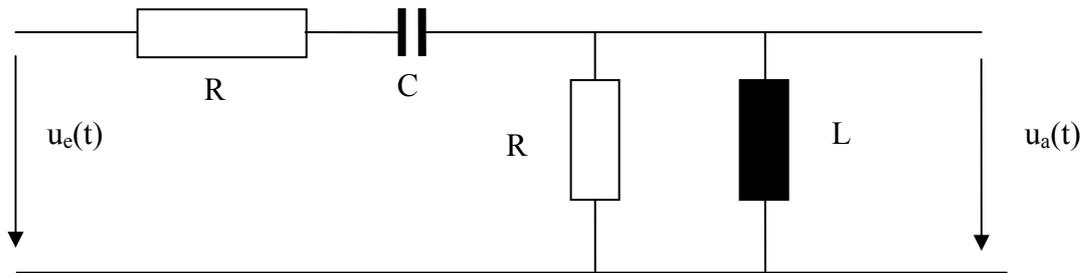
Auswertung der Lebensdauerdaten von 70 Energiesparlampen

$N := 70$ Anzahl der untersuchten Lampen eines bestimmten Typs
 $k := 18$ Anzahl der Datenpunkten (Klassen)
 t_i Zeitpunkte in Stunden
 überleb_i Anzahl der zu einem bestimmten Zeitpunkt noch funktionsfähigen Lampen

$i := 0.. k - 1$ $t_i :=$ $\text{überleb}_i :=$

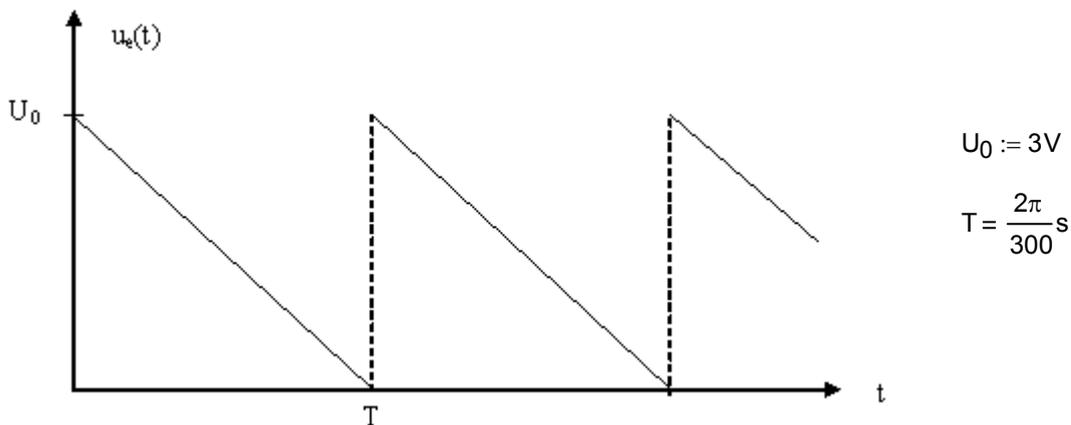
0	70
1000	70
2000	69
3000	67
4000	65
5000	63
6000	60
7000	55
8000	48
9000	41
10000	38
11000	32
12000	28
13000	25
14000	19
15000	14
16000	11
17000	7

B1) Fourieranalyse von Übertragungsfiltern



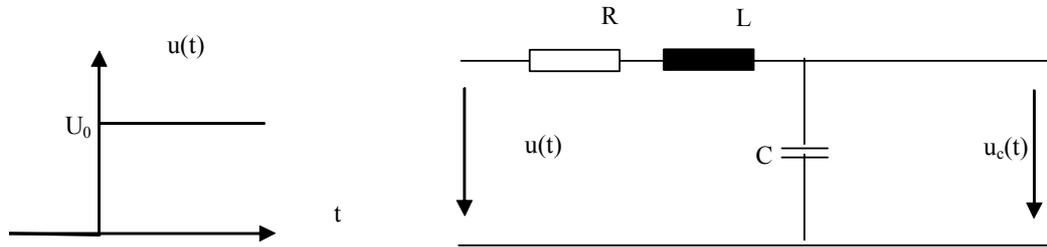
$$R := 100\Omega \quad L := 300\text{mH} \quad C := 15\mu\text{F}$$

- Ermitteln Sie die Übertragungsfunktion des Übertragungsfilters, stellen Sie diese im Bodediagramm und als Ortskurve dar. Man erkläre den speziellen Verlauf des Amplituden- und Phasenganges aus elektrotechnischer Sicht.
- Ermitteln Sie durch Fourieranalyse bzw. -synthese die Antwort des Filters auf die folgende periodische Quellspannung. Man erkläre die Filterwirkung an Hand von geeigneten graphischen Darstellungen und an Hand einer (näherungsweise) Klirrfaktorberechnung!



- Obige Fourierreihe soll dann abgebrochen werden, wenn die Amplitude der n-ten Oberschwingung kleiner als 10 % der zu übertragenden Grundschwingung ist. Ermitteln Sie n (allgemein) über ein kleines Mathcad-Programm.
- Erläutern Sie, wie man mathematisch die Formeln für die Fourierkoeffizienten erhält. Erklären Sie ferner grundsätzlich den Übergang zur komplexen Fourierreihe und zur Fouriertransformation und deren Nutzen bzw. Anwendungsmöglichkeiten.

B2) RLC - Schwingkreis / Laplace-Transformation



Erklären Sie das Verhalten eines Schwingkreises beim Anlegen einer Gleichspannung (Einschaltvorgang). Folgende Eckpunkte werden dabei vorgegeben:

- Aufstellen der Differentialgleichung zur Berechnung von $u_c(t)$. Erläutern Sie den prinzipiellen herkömmlichen Lösungsweg zur Lösung der Differentialgleichung.
- Aufstellen der Übertragungsfunktion und Lösung des Problems über die Laplace-Transformation. Man schildere den grundsätzlichen Zusammenhang zwischen der Vorgangsweise im Zeitbereich und der Vorgangsweise über die Laplace-Transformation. Welche Vorteile / Nachteile bietet der "Umweg" über die Laplace-Transformation?
- Zahlenmäßige Lösung des Problems für folgende Werte:

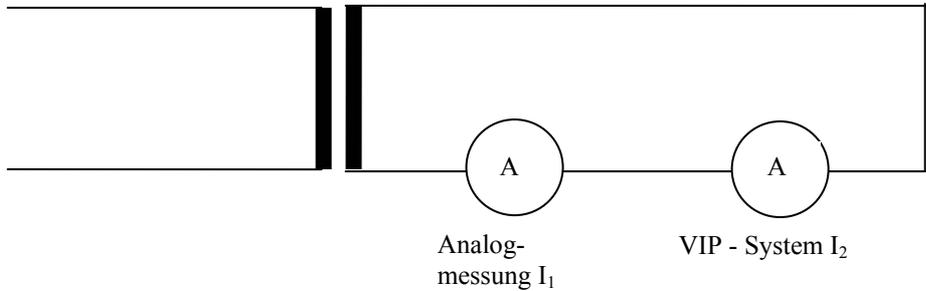
$$R := 20\Omega \quad C := 1\mu\text{F} \quad L := 1\text{mH} \quad U_0 := 1\text{V}$$

Man untersuche den Einfluss von R auf die Lösung und berechne dazu den aperiodischen Grenzfall. Erklären Sie und demonstrieren Sie den Zusammenhang der Lösung mit den Polstellen der Übertragungsfunktion.

- Ermitteln Sie die Lösung für den Fall, dass statt der Gleichspannung ein Spannungsimpuls bestimmter Zeitdauer an den Schwingkreis gelegt wird und schildern Sie den Zusammenhang zur Lösung aus c).
- Das Bodediagramm der komplexen Übertragungsfunktion soll (ebenfalls für unterschiedliches R) gezeichnet und entsprechend interpretiert werden. Ferner sollte das Bodediagramm im Bereich $0-100\ \Omega$ noch hinsichtlich Resonanz und Resonanzüberhöhung untersucht und interpretiert werden.

B3) Messgeräteüberprüfung / Vergleich

An Hand von Messungen an kurzgeschlossenen Transformatoren soll in einer Trafowerkstatt ein neuartiges Messgerät (VIP System) mit einem dort verwendeten Analogmessgerät verglichen werden. Die Schaltung ermöglicht ein gleichzeitiges Messen mit den beiden Messgeräten. (Alle Messwerte in Ampere)



Messung-Nr	I ₁ (analog)	I ₂ (VIP-System)
1	200,0	200,3
2	350,0	351,7
3	400,0	398,9
4	450,0	452,6
5	500,0	500,6
6	550,0	551,0
7	600,0	602,4
8	650,0	651,5

- Wie beurteilen Sie das Ergebnis? Unterscheiden sich die Messmethoden signifikant? Man berücksichtige, dass diese Untersuchungen weitreichende Auswirkungen haben können (Installation eines neuen Meßsystems). Erläutern Sie den dabei verwendeten Test und die verwendeten Formelsätze. Stellen Sie das Ergebnis auch anschaulich dar.
- Erklären Sie an Hand der verwendeten Formeln möglichst genau und ausführlich, wie sich ein höherer Stichprobenumfang auf das Testergebnis auswirken würde.
- Zur Kalibrierung des VIP-Systems wird ein gemäß Analoggerät mit 100,0 A gemessener Strom mit dem VIP-System unter "Wiederholbedingungen" 25-mal gemessen. Man erhielt einen Mittelwert von 100,4 A mit einer Standardabweichung von 0,4 A. Welche Aussage(n) kann man auf Grund dieses Ergebnisses treffen? (Vorgangsweise und Ergebnisse sollen einem "statistischen Laien" entsprechend erklärt werden)

B4) Das STIPEN-Problem

Bei der Fa. Senoplast stellen sogenannte **STIPEN** (d.h. kleine Fehler in der Oberfläche eines Kunststoffes) ein Problem dar. Um dieses in Zukunft besser analysieren zu können, wird die Produktion eines bestimmten Kunststoffes einige Zeit lang untersucht. Es werden die Stipen je Kunststoffteil gezählt. Der QM-Manager möchte wissen, ob er davon ausgehen kann, dass eine **Poissonverteilung** vorliegt. Folgende Daten liegen vor:

Stipen / Teil	↓	beobachtete Häufigkeiten
0	55	
1	63	
2	38	
3	15	
4	7	
5	3	
6	1	
7	1	

daten :=

- a) Sie werden beauftragt, diese Untersuchung vorzunehmen. Sie sollen dem QM-Manager das Ergebnis so präsentieren, dass dieser damit der Firmenleitung das Ergebnis möglichst anschaulich und verständlich vorführen kann. Damit der QM-Manager für eventuelle Zwischenfragen gewappnet ist, soll auch der Rechengang entsprechend kommentiert werden.
- b) Wie würden Sie (gemäß dem Ergebnis) die Wahrscheinlichkeit abschätzen, dass mehr als 5 Stipen/Teil auftreten?
- c) In Zukunft sollen **10 Teile** in regelmäßigen Zeitabständen untersucht werden, ob die Anzahl der Stipen **nur zufällig** vom oben ermittelten (durchschnittlichen) Ergebnis abweicht. Sie sollen für einen Facharbeiter eine geeignete Prüfanweisung zusammenstellen. Man ermittle diese und erkläre / begründe (gegenüber dem QM-Manager) die Vorgangsweise. Zur besseren Veranschaulichung sollte man hierzu noch eine passende Simulation durchführen bzw. darstellen.

HINWEIS zu Teil a: Die letzten drei Werte (5,6,7 Stipen / Teil) sollten zusammengefaßt werden **(Begründung??)**
Die korrigierten Daten schauen also folgendermaßen aus:

Stipen / Teil	↓	beobachtete Häufigkeiten
0	55	
1	63	
2	38	
3	15	
4	7	
5	5	

daten :=